

Kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen yhteydet muissa kognitiivisten toimintojen arviointimenetelmissä suoriutumiseen

Eino Luukas Uotila

Pro gradu -tutkielma

Psykologia

Lääketieteellinen tiedekunta

Joulukuu 2019

Ohjaajat: Pekka Rapeli ja

Sanna Koskinen



Tiedekunta – Fakultet – Faculty Lääkietieteellinen tiedekunta		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Psykologian maisteriohjelman	
Tekijä – Författare – Author Eino Luukas Uotila			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen yhteydet muissa kognitiivisten toimintojen arviointimenetelmissä suoriutumiseen			
Oppiaine/Opintosuunta – Läroämne/Studieinriktning – Subject/Study track Psykologia			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year Joulukuu 2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 30
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Toiminnanohjaus viittaa sellaisten kykyjen joukkoon, joilla säädellään omaa toimintaa suotuisaksi ja tilanteeseen sopivaksi. Toiminnanohjauksen osa-alueita voidaan arvioida erilaisten menetelmien avulla. Monesti halutaan arvioida toiminnanohjauksen näönvaraista sujuvuutta, jonka arviointiin käytetään usein kuviosujuvuustehtäviä. Kuviosujuvuustehtävät on rinnastettu kielellisten sujuvuustehtävien näönvaraisiksi vastineiksi osana toiminnanohjauksen arviointia. On kuitenkin hieman epäselvää, mitä kuviosujuvuustehtävillä voidaan arvioida. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten suoriutuminen viiden pisteen kuviosujuvuustehtävässä on yhteydessä suoriutumiseen muissa tehtävissä. Kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen oletettiin olevan yhteydessä kielelliseen sujuvuuteen, näönvaraisiin toiminnanohjauksen ja päättelyn kykyihin sekä motoriikkaan.</p> <p>Tutkittavia oli yhteensä 45 aikuista, ja heidän suoriutumista kuviosujuvuustehtävässä verrattiin suoriutumiseen kielellisen sujuvuuden, näönvaraisen havainnon nopeuden, työmuistin joustavuuden, näönvaraisen päättelyn ja motoriikan tehtävissä. Lisäksi verrattiin näönvaraisen päättelykyvyn ja kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen yhteyttä niihin yhteyksiin, jotka havaittiin kuviosujuvuustehtävässä ja havainnon nopeuden, sekä työmuistin joustavuuden tehtävissä suoriutumisen välillä. Motoriikan merkitystä tehtäväsuoriutumisten yhteyksiin selvitettiin huomioimalla motoriikka yhteyksissä.</p> <p>Kuviosujuvuustehtävässä suoriutuminen oli yhteydessä parempaan suoriutumiseen kaikissa muissa, paitsi semanttisen sanasujuvuuden ($r = .32$, $p = .123$) ja motoriikan ($r = .01$, $p = .952$) tehtävissä. Työmuistin joustavuutta vaativassa tehtävässä suoriutuminen oli vahvemmin yhteydessä kuviosujuvuustehtävässä suoriutumiseen ($r = -.64$, $p < .001$) kuin suoriutuminen näönvaraisen päättelyn tehtävässä ($r = .56$, $p < .001$). Näönvaraisen havainnon nopeutta vaativassa tehtävässä suoriutuminen oli heikommin yhteydessä kuviosujuvuustehtävässä suoriutumiseen ($r = -.41$, $p = .008$) kuin suoriutuminen näönvaraisen päättelyn tehtävässä. Motoriikka ei vaikuttanut havaittuihin yhteyksiin. Tulokset vahvistavat käsitystä, että kuviosujuvuustehtävä soveltuu osaksi näönvaraisten toiminnanohjaukseen liittyvien toimintojen arviointia.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Toiminnanohjaus, kuviosujuvuus, kielellinen sujuvuus			
Ohjaaja tai ohjaajat – Handledare – Supervisor or supervisors Pekka Rapeli ja Sanna Koskinen			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopisto – Helda / E-thesis (opinnäytteet), e-thesis.helsinki.fi			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			



Tiedekunta – Fakultet – Faculty Faculty of Medicine		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Master's Programme in Psychology	
Tekijä – Författare – Author Eino Luukas Uotila			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Relationships between performance in a figural fluency task and performance in other measures of cognitive abilities			
Oppiaine/Opintosuunta – Läroämne/Studieinriktning – Subject/Study track Psychology			
Työn laji – Arbetets art – Level Master's thesis		Aika – Datum – Month and year December 2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 30
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Executive functions refer to abilities that enable successful regulation of behaviour and other activity appropriate for the current situation. Executive functions can be assessed using different assessment methods. Usually visual fluency is examined as part of a wider assessment of executive functions. Visual fluency is often assessed using tasks of figural fluency. Figural fluency tasks are thought to be a nonverbal analogue to tasks of verbal fluency as part of assessment of executive functions. However it remains unclear what executive or cognitive functions can be assessed by using figural fluency tasks. The present thesis set out to examine, how task performance in a figural fluency task is related to task performance in other tasks of cognitive and executive functions. Figural fluency task performance was hypothesized to be related to verbal fluency, visual executive and reasoning functions and motor function.</p> <p>Forty-five adults were assessed using tasks of figural fluency, verbal fluency, visual processing speed, working memory flexibility, visual reasoning and motor functions. Relationships between performance in the figural fluency task and the other tasks were compared. In addition the relationship between figural fluency task performance and visual reasoning task performance was compared to that of figural fluency task performance and performance in the tasks of visual processing speed and working memory flexibility. Lastly, the contribution of motor function to the relationships between performance in the different tasks was investigated through partial correlation.</p> <p>Figural fluency task performance was related to performance in all the tasks, except for semantic verbal fluency ($r = .32$, $p = .123$) and motor functions ($r = .01$, $p = .952$). Performance in the working memory flexibility task was more strongly related to task performance in the figural fluency task ($r = -.64$, $p < .001$), than performance in the visual reasoning task ($r = .56$, $p < .001$). Performance in the visual reasoning task was however more strongly related to figural fluency task performance, than performance in the task of visual processing speed ($r = -.41$, $p = .008$). Motor function did not contribute to the observed relationships. Results of this thesis corroborate the role of figural fluency tasks in the assessment of executive functions and elaborate that figural fluency is related to other visual functions.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Executive functions, figural fluency, design fluency, verbal fluency			
Ohjaaja tai ohjaajat –Handledare – Supervisor or supervisors Pekka Rapeli ja Sanna Koskinen			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopisto – Helda / E-thesis (opinnäytteet), e-thesis.helsinki.fi			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Sisällys

1 Johdanto	1
1.1 Toiminnanohjauksen käsite	2
1.1.1 Toiminnanohjauksen yhteys terveyteen, toimintakykyyn ja aivovaurioihin.....	5
1.1.2 Toiminnanohjauksen arviointi	7
1.2 Sujuvuus.....	8
1.2.1 Kielellinen sujuvuus.....	10
1.2.2 Kuviosujuvuus.....	11
1.3 Tutkimusongelmat.....	16
2 Menetelmät.....	17
2.1 Tutkittavat.....	17
2.2 Arviointimenetelmät	18
2.3 Tutkimuksen kulku	19
2.4 Aineiston tarkastelu	19
3 Tulokset.....	21
4 Pohdinta	23
4.1 Kuviosujuvuuden yhteys kielelliseen sujuvuuteen.....	23
4.2 Kuviosujuvuuden yhteydet muihin kognitiivisiin kykyihin	24
4.3 Tutkimuksen rajoitteet ja suositukset jatkotutkimuksille	29
4.4 Johtopäätökset	30
Lähteet.....	31
Liitteet.....	35
Liite 1. Tutkittavien taustatiedot aineistoittain	35
Liite 2. Kuviosujuvuuden ja Trail Making B -osion hajontakuva	36
Liite 3. Tutkimuksessa käytetty viiden pisteen kuviosujuvuustehtävä.....	37
Liite 4. Tutkimuksessa käytetty motorinen kontrollitehtävä.....	38

1 Johdanto

Arjen toiminnoissa, kuten koulu- ja työtehtävissä, tarvitaan kykyä säädellä ja ohjata omaa kognitiivista ja käytännön toimintaa. Näihin kykyihin viitataan toiminnanohjauksen käsitteellä (Diamond, 2013; Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012).

Toiminnanohjauksen keskeinen tehtävä on mahdollistaa sujuva suoriutuminen erilaisissa toiminnoissa. Toiminnanohjausta on tutkittu sekä psykometrisella otteella tutkien normaaliväestöä että aivovaurioiden ja toiminnanohjaukseen liittyvien kykyjen heikentymisen yhteyksiä tarkastellen. Toiminnanohjauksen arviointi on olennainen osa neuropsykologisia tutkimuksia, mutta se on käsitteen laajuuden takia haasteellista. Arviointimenetelmistä suoriutuminen vaatii samanaikaisesti useita eri kykyjä, esimerkiksi muistitoimintoja ja silmien ja käsien yhteistyötä.

Toiminnanohjauksen arvioinnissa tarkastellaan tutkittavan kykyä toimia eri tilanteissa ja sopeutua niihin (Lezak ym., 2012). Toiminnanohjauksen ongelmat liittyvät usein aivojen etuotsalohkojen vaurioihin (Diamond, 2013; Lezak ym., 2012). Ongelmien laatu riippuu usein siitä, kumpi puoli aivoista on vaurioitunut. Vasemman puolen vauriot aiheuttavat usein heikentymistä toiminnanohjausta vaativissa kielellisissä toiminnoissa (Alvarez & Emory, 2006; Lezak ym., 2012). Näönvaraiset toiminnanohjausta vaativat toiminnot heikentyvät usein oikean puolen vaurioituessa (Lezak ym., 2012; Regard, Strauss, & Knapp, 1982), mutta tällaisesta toimintojen paikallistumisesta ei olla aivan yksimielisiä (Demakis, 2003). Toiminnanohjauksen eri kyvyt vaativatkin aivojen alueiden yhteistyötä (Suchy, 2009). Näin ollen on haastavaa arvioida tarkasti yksittäisiä toiminnanohjauksen osa-alueita. Neuropsykologisessa arvioinnissa on tärkeää käyttää useita menetelmiä, jotta saadaan kattava kuva toiminnanohjauksen heikentyneisyydestä.

Tyypillisesti toiminnanohjauksen arvioinnissa käytetään näönvaraisia ja kielellisiä sujuvuustehtäviä (Jewsbury & Bowden, 2017; Lezak ym., 2012). Toiminnanohjauksen sujuvuuden arvioinnissa tarkastellaan sitä, miten sujuvasti tutkittava tuottaa kielellistä tai näönvaraista materiaalia, esimerkiksi s-kirjaimella alkavia sanoja tai tietynlaisia piirroksia. Kuitenkin myös sujuvuustehtävistä suoriutuminen vaatii useampia toimintoja: kuvioita piirtäessään tutkittavan tulee osata käyttää kynää ja seurata omaa edistymistään pitäen tehtävän ohjeistuksen mielessään. Onkin epäselvää, millaisia yhteyksiä on suoriutumisessa sujuvuustehtävien välillä, ja miten sujuvuustehtävissä suoriutuminen on yhteydessä suoriutumiseen muissa toiminnanohjausta vaativissa tehtävissä (Jewsbury & Bowden, 2017; Suchy, Kraybill, & Gidley Larson, 2010).

Tässä tutkimuksessa selvitetään, millaisessa yhteydessä suoriutuminen näönvaraisessa sujuvuustehtävässä on muissa kognitiivisissa tehtävissä suoriutumiseen. Lisäksi pohditaan, miten näönvaraisen sujuvuuden arviointi liittyy toiminnanohjauksen arviointiin.

1.1 Toiminnanohjauksen käsite

Toiminnanohjaukselle on annettu useita erilaisia määritelmiä. Jotkut toiminnanohjauksen määritelmät perustuvat klinisiin potilastutkimuksiin, joissa tutkittavien toiminnanohjaus on heikentynyt. Toisaalta jotkut määritelmät perustuvat tutkimuksiin, joissa on tutkittu suuri määrä terveitä koehenkilöitä. Koehenkilöiden suoriutumisen perusteella toiminnanohjausta on mallinnettu tilastotieteellisin keinoin. Tutkimuksen tavasta riippumatta toiminnanohjauksen käsitteellä tarkoitetaan sellaisten kognitiivisten toimintojen joukkoa, joilla ihminen säätelee itsenäisesti toimintaansa ja reagoi joustavalla tavalla uudensuoritus tilanteisiin (Lezak ym., 2012).

Psykometriset tutkimukset terveillä koehenkilöillä ovat selvittäneet toiminnanohjauksen osa-alueita, ja niissä toiminnanohjausta on jäsennelty erilaisten käsitteiden avulla. Kolme keskeistä toiminnanohjaukseen liittyvää osa-aluetta ovat *inhibitio* (engl. inhibition), *päivittäminen* (engl. updating) ja *vaihtaminen* (engl. shifting) (Miyake & Friedman, 2012; Miyake ym., 2000). Inhibitiolla tarkoitetaan kykyä ehkäistä automaattisia ja tavoitteellista toimintaa häiritseviä toimintoja. Päivittämisen käsitteellä viitataan työmuistissa olevan sisällön jatkuvaan arviointiin ja päivittämiseen. Vaihtamisen käsitteellä tarkoitetaan sellaisia kognitiivisia toimintoja, jotka mahdollistavat joustavan vaihtamisen tehtävien, ajattelutapojen ja toimintojen välillä. Työmuistilla on olennainen rooli toiminnanohjauksessa (Diamond, 2013), ja sillä tarkoitetaan kuulon- ja näönvaraisen tiedon lyhytaikaista varastointia ja työstämistä (Baddeley, 2000). Työmuistin teoreettiseen malliin kuuluu kuulon- ja näönvaraisten työmuistitoimintojen lisäksi niitä ohjaava, ylemmällä tasolla toimiva *työmuistin keskusyksikkö* (engl. central executive) (Baddeley, 2000). Työmuistin käsite voi määritelmästä riippuen olla hieman päällekkäinen toiminnanohjauksen käsitteen kanssa, mutta usein sen ajatellaan olevan osa toiminnanohjausta (Diamond, 2013).

Terveitä koehenkilöitä tutkittaessa inhibitio on määritelty ihmisen kyvyksi ehkäistä tarvittaessa sellaisia automaattisia toimintoja, jotka eivät ole tilanteessa tarkoituksenmukaisia (Miyake ym., 2000). Esimerkiksi kirjoitustyötä tehdessä inhibitiokyky mahdollistaa sen, että huomio pysyy kirjoittamisessa eikä tekstiviestien satunnaisessa

lukemisessa. Toiminnanohjauksen tutkimuksessa inhibitiolla tarkoitetaan myös ajattelutoiminnan kontrollointia (Diamond, 2013). Päivittäminen tarkoittaa mielessä olevien asioiden aktiivisen työstämisen lisäksi myös kykyä seurata sitä, mitkä osat mielessä työstettävistä asioista eivät ole enää tilanteen kannalta merkityksellisiä (Miyake ym., 2000). Liikenteessä ajavan täytyy päivittää mielessään olevia asioita esimerkiksi päästäkseen määränpäähensä huomioiden muun liikenteen. Vaihtamisella viitataan ihmisen kykyyn tarvittaessa ja joustavasti muuttaa toimintaansa tehtävien välillä tai vaihdella eri ajattelutoimintojen välillä (Miyake ym., 2000). Esimerkiksi siirtyessään yhteenlaskuista vähennyslaskuihin ihminen joutuu hyödyntämään kykyä vaihtaa ajattelutoimintojaan.

Inhibition, päivittämisen ja vaihtamisen muodostaman toiminnanohjauksen mallin mukaan toiminnanohjaus on sekä yhtenäinen että erillisiin osiin jakautuva käsite. Tarkastellessaan koehenkilöiden suoriutumista erilaisissa toiminnanohjauksen kykyjä vaativissa tehtävissä tilastollisin menetelmin Miyake ym. (2000) mallinsivat havaitsemansa yhteydet edellä mainittuja kolmea käsitettä käyttäen. Tutkimuksen mukaan toiminnanohjauksen kolme toimintoa ovat perustellusti erillisiä, mutta samalla ne liittyvät kuitenkin ylempään toiminnanohjauksen käsitteeseen. Toiminnanohjauksen voidaan siis sanoa rakentuvan toisiinsa liittyvistä, mutta erillisistä toiminnoista. Myöhempien tutkimusten perusteella on todettu, ettei inhibitiio välttämättä ole yleisestä toiminnanohjauksen käsitteestä poikkeava käsite (Miyake & Friedman, 2012). Tämä johtuu siitä, että tilastollisissa malleissa inhibitiokykyä vaativissa tehtävissä suoriutuminen on täysin yhteydessä malleissa muodostuvaan yhtenäiseen toiminnanohjauksen käsitteeseen. Näin ollen inhibitiio olisi keskeinen osa toiminnanohjausta ilman, että se eriytyisi psykometrisesti erilliseksi käsitteeksi.

Kritiikkiä toiminnanohjauksen malli on saanut siksi, että Miyaken ym. (2000) ehdottamat rakenteet eivät selittyisi pelkästään toiminnanohjauksella, vaan myös yleisemmällä joustavan päättelyn käsitteellä (*engl.* fluid intelligence tai fluid reasoning) (Salthouse, 2005; Salthouse, Atkinson, & Berish, 2003). Kritiikin ydin on se, ettei ainakaan normaaliväestössä välttämättä voida havaita Miyaken ym. (2000) ehdottamia erillisiä toiminnanohjauksen osa-alueita, jotka merkittävästi eroaisivat joustavasta päättelystä (Salthouse ym., 2003). Toiminnanohjausta vaativissa tehtävissä suoriutumisen on ehdotettu selittyvän joustavan päättelykyvyn lisäksi ja näönvaraisen havainnon nopeudella (Salthouse, 2005). On siis epäselvää, missä määrin toiminnanohjauksen eri osa-alueita

vaativat tehtävät vaativat myös muihin teoreettisiin käsitteisiin, kuten joustavaan päättelyyn liittyviä kykyjä. Näin ollen toiminnanohjauksesta kiinnostuneiden tutkijoiden tulisi Salthousen ym. (2003) mukaan huomioida se, että toiminnanohjaus saattaa olla osa laajempaa kognitiivisten kykyjen ilmiötä. Tehtäväsuorittumista tarkastelemalla ei olla siis päästy täyteen yhteisymmärrykseen siitä, millainen ilmiö tai käsite toiminnanohjaus on.

Toiminnanohjauksen vaihtamisen, inhibition ja päivittämisen mallia on verrattu Cattell-Horn-Carrollin (CHC) –teoriaan kognitiivisista kyvyistä (CHC; McGrew, 2009).

Tutkimuksessa todettiin, että toiminnanohjauksen malli sopii osaksi CHC-teorian tuottamaa mallia kognitiivisista kyvyistä (Jewsbury, Bowden, & Strauss, 2016).

Päivittämisen käsite ei erottuisi CHC-teoriassa muistitoiminnoista eikä inhibitiokyky erottuisi kognitiivisesta prosessointinopeudesta. Vaihtamisen käsite olisi lähellä kognitiivisia muistitoimintoja, mutta normaalia kapeammalla määritelmällä. Kritiikin perusteella vaikuttaisi siltä, että usein toiminnanohjauksen arvioinnissa käytettyjen tehtävien vaatimat kyvyt olisivatkin todellisuudessa kognitiivisia kykyjä toiminnanohjauksen viitekehyksen ulkopuolelta. Kritiikki perustuu normaaliväestöstä kerättyjen aineistojen tarkasteluun, ja Salthouse (2005) kyseenalaistaakin toiminnanohjauksen käsitteen mielekkyyden terveiden aikuisten tutkimuksessa.

Kliinisessä neuropsykologiassa toiminnanohjaus jaetaan ketjussa toimiviin neljään osaan: itseohjautuvuuden kykyyn (*engl.* volition), oman toiminnan suunnitteluun ja päätöksentekoon (*engl.* planning ja decision making), tarkoituksenmukaiseen toimintaan (*engl.* purposive action) ja oman toiminnan säätelyyn (*engl.* self regulation) (Lezak ym., 2012). Tällainen ketjumainen näkemys toiminnanohjauksesta erottelee kognitiiviset toiminnot niiden suorittamisesta, jolloin kykyä suorittaa ja hyödyntää kognitiivisia toimintoja ja kykyjä kutsutaan toiminnanohjaukseksi. Tämä kliniseen neuropsykologiaan liittyvä näkemys on osittain päällekkäinen normaaliväestöaineistoihin perustuvan tutkimuksen (Miyake ym., 2000) kanssa niin, että vaikka käsitykset toiminnanohjauksen rakenteesta poikkeavatkin, niin sen ajatellaan olevan pätevä kognitiivisia kykyjä ja toimintoja yhteen kokoava käsite. Näkemystä toiminnanohjauksen käsitteen pätevyydestä tukee se, että toiminnanohjauksen ongelmista kärsivät potilaat harvemmin kärsivät vain yhden toiminnanohjauksen osa-alueen heikentymästä (Lezak ym., 2012). On mahdollista olettaa, että toimintoihin vaikuttaa jokin niitä selittävä korkeamman tason toiminto, ja tässä tutkimuksessa toiminnanohjausta tarkastellaan Lezakin ym. (2012) kuvailemista lähtökohdista.

Lezak ym. (2012) kuvaavat toiminnanohjausta kliinisessä asiayhteydessä seuraavasti: Kyky itseohjautuvuuteen tarkoittaa ihmisen kykyä toimia tarkoituksenmukaisesti, ja sen edellytyksenä on, että ihminen on tietoinen itsestään ja ympäristöstään. Kyky oman toiminnan suunnitteluun vaatii työmuistin keskusyksikön toimintaa, kun ihmisen tulee mielessään järjestellä niitä vaihteita, joita jonkin tietyn toiminnan suorittaminen tulee vaatimaan. Oman toiminnan suunnittelu ja päätöksenteko onnistuvat, jos ihminen kykenee pohtimaan vaihtoehtoisia toimintamalleja ja hallitsee ajatuksenjuoksuaan. Toiminnan tarkoituksenmukaisuus seuraa kyvystä itseohjautuvuuteen ja oman toiminnan suunnitteluun. Tarkoituksenmukainen toiminta vaatii toiminnan aloittamisen lisäksi kykyä sen ylläpitoon ja mahdolliseen muokkaamiseen. Oman toiminnan säätely ilmenee kykynä muokata omaa toimintatapaa tarpeen mukaan palautteen perusteella, eli joustavuutena.

Edellä kuvatun jäsenyyksen rinnalla Stuss (2011) erittelee toiminnanohjauksen koostuvan neuropsykologisen potilastiedon perusteella toimintaa ohjaavista kognitiivisista funktioista, käyttäytymisen ja tunteiden säätelystä, aktivaatiotason säätelystä ja metakognitiivisista prosesseista (katsaus: Ala-Kauhaluoma, Särkämö & Koskinen, 2014). Toimintaa ohjaavien kognitiivisten funktioiden tarkoitus on suunnitella ja jäsentää toimintaa joustavasti tarpeen mukaan. Kyky käyttäytymisen ja tunteiden säätelyyn mahdollistaa sujuvan toiminnan muut ihmiset huomioiden. Aktivaatiotasoaan säätelemällä ihminen kykenee aloittamaan toiminnan ja ylläpitämään sitä. Metakognitiivisiin prosesseihin kuuluu tietoisuus omasta kognitiosta ja mahdollinen oiretiedostus. Metakognition tehtävä on ylemmällä tasolla ohjata muita toimintoja.

Toiminnanohjauksen ja kognitiivisten kykyjen suhdetta on kuvattu niin, että toiminnanohjaus osa-alueineen selittää sitä, miten ihminen hyödyntää kognitiivisia kykyjään (Lezak ym., 2012). Tällaisten toimintoja ohjaavien kykyjen on toistuvasti todettu olevan vahvasti yhteydessä aivojen otsa- ja etuotsalohkoihin (Diamond, 2013; Lezak ym., 2012; Stuss, 2011), ja edellä mainittujen aivoalueiden vauriot ilmenevät usein toiminnanohjauksen heikentyminä (Lezak ym., 2012).

1.1.1 Toiminnanohjauksen yhteys terveyteen, toimintakykyyn ja aivovaurioihin

Heikentynyt toiminnanohjaus liittyy esimerkiksi erilaisiin mielenterveyden häiriöihin, heikkoon fyysiseen kuntoon ja elämänlaatuun (Diamond, 2013). Toiminnanohjaus on myös yhteydessä suoriutumiseen koulussa ja työelämässä. On esimerkiksi havaittu yhteys toiminnanohjauksen ja urheilusuoriutumisen välillä (Vestberg, Reinebo, Maurex, Ingvar, &

Petrovic, 2017). Vaativalla tasolla pelaavien nuorten jalkapalloilijoiden toiminnanohjauksen ja tehtyjen maalien välillä oli positiivinen yhteys. Mitä paremmin tutkitut pelaajat suoriutuivat toiminnanohjauksista mittaavista tehtävistä, sitä paremmin he suoriutuivat jalkapallossa.

Otsalohkojen vaurioituneisuuden merkitystä toiminnanohjauksen heikentymiseen selvitettiin Leen ym. (1997) tutkimuksessa, jossa vertailtiin mielenterveyshäiriöistä ja neurologisista sairauksista kärsivien potilaiden suoriutumista toiminnanohjauksista vaativista tehtävistä. Otsalohkojen vaurioista kärsivät potilaat suoriutuivat toiminnanohjauksista vaativista tehtävistä heikommin kuin muista neurologisista sairauksista tai mielenterveyshäiriöistä kärsivät potilaat. Myös terveillä koehenkilöillä on todettu etuotsalohkon aktivaation yhteys toiminnanohjaukseen (Foster, Williamson, & Harrison, 2005). Tutkimuksessa seurattiin terveiden koehenkilöiden aivoalueiden aktivaatiota, kun he suorittivat toiminnanohjauksista vaativaa tehtävää. Heikommin tehtävästä suoriutuneiden koehenkilöiden aivojen etuotsalohkot osoittivat heikomman aktivaation merkkejä kuin paremmin tehtävästä suoriutuneiden vastaavat alueet. Tutkijoiden mukaan heikomman aktivaation merkit ovat vastaavanlaisia kuin vaurioituneista aivojen kohdista mitatut vasteet. Näin ollen parempi suoriutuminen toiminnanohjauksista vaativissa tehtävissä näyttäisi liittyvän myös terveillä koehenkilöillä aivojen etuotsalohkojen eheämpään toimintaan.

Kaikki toiminnanohjaukseen liittyvät toiminnot eivät välttämättä heikenny samanaikaisesti, vaikka otsalohko vaurioituisikin. Tutkimuksessa havaittiin, että toimintatavan vaihtaminen on yhtä toimivaa otsalohkon vaurioista kärsivillä potilailla kuin verrokeilla (Baldo, Shimamura, Delis, Kramer, & Kaplan, 2001). Lisäksi havaittiin, etteivät toiminnanohjauksen eri kykyjä vaativissa tehtävissä suoriutumisen yhteydet paikannu aivojen oikealle tai vasemmalle puolelle täysin selkeästi. Toiminnanohjauksen kielelliset kyvyt vaikuttavat paikantuvan aivoissa selkeimmin: Suoriutuminen toiminnanohjauksen kielellisiä kykyjä vaativissa tehtävissä on heikompaa vasemman puolen vaurioista kärsivillä kuin oikean puolen vaurioista kärsivillä. Kuitenkin näönvaraisia ja motorisia toiminnanohjauksen kykyjä vaativissa tehtävissä suoriutuminen oli tasaisesti heikentynyt oikean ja vasemman puolen vaurioista kärsivillä potilailla. Näin ollen toiminnanohjauksen arvioinnissa tulee kiinnittää huomio sekä kielellisiin että näönvaraisiin kykyihin.

Toiminnanohjauksen mallintaminen on sidoksissa siihen, miten sitä mitataan, eikä mikään toiminnanohjauksen arviointimenetelmä puhtaasti mittaa jotain tiettyä

toiminnanohjaukseen liittyvää käsitettä (Miyake & Friedman, 2012; Miyake ym., 2000). Asiayhteys määrittää sen, mitä toiminnanohjauksen käsitteellä tarkoitetaan: kliinisessä ympäristössä ollaan kiinnostuneita potilaan kykyjen heikkenemisestä ja siitä, miten ne vaikuttavat hänen elämäänsä (Lezak ym., 2012). Teoreettisia tutkimusongelmia tarkasteltaessa halutaan tiivistää laajaa aineistoa tilastollisin menetelmin. Kun muodostetaan aineiston tiivistyksen kannalta hyödyllisiä tunnuslukuja, menetetään tietoa yksilökohtaisesta tehtäväsuoriutumisesta, mikä voi olla kliinisen neuropsykologisen arvioinnin kannalta harhaanjohtavaa (Lezak ym., 2012). Näin ollen päätelmät toiminnanohjauksen käsitteiden merkityksestä ovat erilaisia kysymyksenasettelusta riippuen. Laajoilla aineistolla voidaan tarkastella toiminnanohjauksen ja sen osa-alueiden rakennetta, ja kliinisessä arvioinnissa toiminnanohjausta vaativien kykyjen mahdollista heikentymistä yksilöillä. Potilastapauksissa toiminnanohjausta arvioidaan käsitteen monipuolisuuden vuoksi useiden menetelmien avulla (Lezak ym., 2012).

1.1.2 Toiminnanohjauksen arviointi

Toiminnanohjauksen osa-alueita arvioidaan esittämällä tutkittavalle erilaisia tehtäviä. Kun arvioidaan inhibitiokykyä, kiinnitetään huomiota siihen, miten hyvin tutkittava kykenee tarvittaessa rajoittamaan omaa toimintaansa (Diamond, 2013; Jurado & Rosselli, 2007). Tyypillisesti inhibitiokykyä vaativissa tehtävissä tutkittavan täytyy kiinnittää huomiota antamaansa vastaukseen niin, ettei anna sellaista vastausta, joka hänelle oletettavasti ensimmäisenä tulisi mieleen (Diamond, 2013).

Kun arvioidaan työmuistia osana toiminnanohjausta, ollaan kiinnostuneita tutkittavan kyvystä pitää mielessä ja työstää kuulon- ja näönvaraista tietoa (Diamond, 2013). Tyypillisessä työmuistitehtävässä tutkittavan tulee esimerkiksi toistaa jokin hänelle lueteltu tai näytetty materiaali alkuperäisestä poikkeavassa järjestyksessä (Diamond, 2013). Tällöin voidaan arvioida tutkittavan kykyä säilöä ja työstää kuulon- ja näönvaraista tietoa, mikä on keskeinen työmuistin tehtävä (Baddeley, 2000).

Ajattelun ja toiminnan joustavuuden arvioinnissa korostuu se, miten onnistuneesti tutkittava kykenee muuttamaan ajatteluaan ja toimintaansa tehtävän aikana (Jurado & Rosselli, 2007). Joustavuuden arvioinnissa on tyypillistä, että arviointimenetelmänä käytetyn tehtävän vaatimat ajattelun ja toiminnan tavat muuttuvat kesken tehtävän (Diamond, 2013; Jurado & Rosselli, 2007). Tutkittavan tulee esimerkiksi viivoja piirtämällä yhdistää pisteitä vuorotellen numero- ja aakkosjärjestyksessä. Tällöin tutkittavan tulee

mahdollisimman nopeasti ja joustavasti muuttaa tapaansa toimia (Jurado & Rosselli, 2007).

Tavoitteellista toimintaa arvioidessa on perusteltua kiinnittää huomiota myös siihen, miten sujuvasti tutkittava suorittaa hänelle annetun tehtävän. Lezakin ym. (2012) mukaan tehtävien vaatimusten vaihdellessa voidaan arvioida tutkittavan kykyä sujuvaan tekemiseen eri tilanteissa. Esimerkiksi käytetään tehtäviä, joissa tutkittavien tulee tuottaa asioita, kuten luetella ääneen sanoja tai piirtää kuvioita. Tällaisissa sujuvuustehtävissä suoriutuminen on keskeinen toiminnan säätelykyvyn tarkastelukohde osana toiminnanohjauksen arviointia. Tällaista toiminnan sujuvuutta voidaan arvioida kielellisesti tai visumotoriikkaa eli silmien ja käsien yhteistyötä tarkastelemalla.

1.2 Sujuvuus

Toiminnan sujuvuus liittyy laaja-alaisesti toiminnanohjauksen osa-alueisiin. Toisaalta se liittyy kykyyn toimia ja ajatella joustavasti: joustavuus vaihtelevassa tilanteessa johtaa sujuvampaan toimintaan (Diamond, 2013). Toisaalta sujuvuus ja inhibitiokyky liittyvät toisiinsa, koska kulloinkin sopimattoman toiminnan tukahduttaminen on edellytys toiminnan sujuvuudelle (Jurado & Rosselli, 2007). Lisäksi sujuvuus liittyy Lezakin ym. (2012) esittämässä toiminnanohjauksen viitekehyksessä oman toiminnan säätelyyn, koska sujuva toiminta vaatii joustavaa tuottamista. Toiminnan sujuvuuden arvioinnissa voidaan kiinnittää huomioita siihen, miten hyvin tutkittava kykenee hyödyntämään sujuvuutta parantavia strategioita toiminnassaan (Lezak ym., 2012). Esimerkiksi kielellisen sujuvuuden tehtävässä tutkittavan strategia voi perustua siihen, että hän luettelee tiettyyn kategoriaan (esim. eläimet) kuuluvia sanoja mahdollisimman paljon, ja sitten vaihtaa kategoriaa (esim. työkalut).

Kielellisen sujuvuuden lisäksi arvioidaan usein näönvaraista sujuvuutta, jota arvioidaan tarkastelemalla tutkittavan kykyä piirtämään kuvioita annettujen sääntöjen mukaan (Lezak ym., 2012). Näönvaraisen sujuvuuden arviointi mahdollistaa toiminnanohjauksen sujuvuuden arvioinnin silloin, kun tutkittava on vieraskielinen, tai kun kyky tuottaa puhetta on rajoittunut. Myös näönvaraisen sujuvuuden tehtävissä voi hyödyntää strategioita, esimerkiksi kiertämällä yhtä kuviota akselinsa ympäri niin, että jokainen uusi piirretty kuvio poikkeaa edellisistä (Lezak ym., 2012). Strategioiden käyttöä näönvaraisen sujuvuuden tehtävissä on tutkittu jonkin verran (ks. esim. Gardner, Vik, & Dasher, 2013). Kyky käyttää strategioita on usein yhteydessä parempaan suoriutumiseen sujuvuustehtävissä ja muissa

toiminnanohjauksen tehtävissä (Gardner ym., 2013; Lezak ym., 2012). Vaikka kielellinen ja näönvarainen sujuvuus ovatkin käsitteellisesti lähellä toisiaan, niin niiden on todettu olevan jokseenkin toisistaan riippumattomia käsitteitä toiminnanohjauksen arvioinnissa (Suchy ym., 2010).

Näönvaraisen sujuvuuden on todettu selittyvän toiminnanohjaukseen liittyvien näönvaraisten kykyjen lisäksi motorisilla toiminnoilla: erilaiset motoriikkaan liittyvät kyvyt ennustavat suoriutumista näönvaraista sujuvuutta vaativassa tehtävässä (Kraybill & Suchy, 2008; Suchy ym., 2010). Kuitenkin on näyttöä siitä, että suoriutuminen on vahvemmassa yhteydessä näönvaraista ja kielellistä sujuvuutta vaativissa tehtävissä kuin näönvaraista sujuvuutta ja muita toiminnanohjauksen näönvaraisia kykyjä vaativissa tehtävissä (Tucha, Aschenbrenner, Koerts, & Lange, 2012). Näin ollen olisi perusteltua olettaa, että sujuvuus on pätevä yläkäsite toiminnanohjaukseen liittyen. Kuitenkin vastoin Tuchan ym. (2012) tuloksia näönvaraisen ja kielellisen sujuvuuden välillä ei aina havaita yhteyksiä (Goebel, Fischer, Ferstl, & Mehdorn, 2009). Ei siis ole varmuutta siitä, ovatko kielellinen ja näönvarainen sujuvuus yhden toiminnanohjauksen sujuvuuden käsitteen alle kuuluvia vai erillisempiä kykyjä.

Sujuvuutta osana laajaa kognitiivisen kyvykkyyden käsitteistöä tarkasteltiin Jewsburnin ja Bowdenin (2017) tutkimuksessa, jossa sujuvuustehtävissä suoriutumista verrattiin suoriutumiseen muita kognitiivisia kykyjä vaativissa tehtävissä. Sujuvuuden todettiin olevan aiempaan tietoon verraten kapeampi kyky, joka liittyy vahvasti prosessointinopeuteen ja muistitoimintoihin. Vaikka tutkimus käsitteli yleisesti sujuvuutta, niin kaikki tutkimuksessa huomioitavat arviointimenetelmät olivat kielellistä sujuvuutta vaativia tehtäviä. Tästä syystä tutkijoiden mukaan on mahdollista, että sujuvuustehtävien havaittu yhteys elämän aikana hankittuun kiteytyneeseen tietämykseen (*engl.* acquired knowledge) on liioiteltu, eikä tuloksia voida suoraan yleistää näönvaraiseen sujuvuuteen. Tutkijat toteavatkin, että tulevissa tutkimuksissa tulisi käyttää laajempaa arviointimenetelmien joukkoa, jotta sujuvuuden rakenteesta saataisiin parempi käsitys.

Sekä kielellistä että näönvaraista sujuvuutta vaativissa tehtävissä suoriutuminen heikentyy herkästi aivojen otsalohkojen vaurioituessa (Robinson, Shallice, Bozzali, & Cipolotti, 2012). Näönvaraisten kykyjen heikentymistä neurologisten ongelmien yhteydessä selvitettiin Tucha ym. (2012) tutkimuksessa vertaamalla terveiden aikuisten (n = 15) suoriutumista Parkinsonin tautia sairastavien aikuisten (n = 15) suoriutumiseen eräässä näönvaraista sujuvuutta vaativassa tehtävässä. Havaittiin, että Parkinsonin tautia

sairastavat suoriutuivat tehtävästä hitaammin kuin terveet koehenkilöt. Näytteen rajoituksista huolimatta Tucha ym. (2012) perustelevat, että vaikeutuneisuus näönvaraisen sujuvuuden tehtävässä on huomattavaa Parkinsonin taudissa. Toisaalta tutkimuksessa ei huomioitu pelkkää motoriikkaa, joten on epäselvää, johtuiko Parkinsonin tautia sairastavien tutkittavien heikentynyt suoritus puhtaasti motoristen kykyjen heikentymisestä vai myös näönvaraisen sujuvuuden heikentymisestä.

Eräässä tutkimuksessa havaittiin näönvaraisen sujuvuuden heikentyvän herkästi oikean aivopuoliskon vaurioissa (Lee ym., 1997). Toisessa tutkimuksessa havaittiin samantasoista heikentymää näönvaraisen sujuvuuden tehtävässä tutkittavilla, joiden oikea tai vasen aivojen etuotsalohko oli vaurioitunut (Baldo ym., 2001). Vasemman puolen vaurioista kärsivät tutkittavat suoriutuivat kielellisen sujuvuuden tehtävästä oikean puolen vaurioista kärsiviä heikommin. Tutkijoiden mukaan kielellinen sujuvuus paikantuu vahvemmin vasemmalle puolelle aivojen etuotsalohkoa ja näönvarainen sujuvuus on riippuvaisempi sekä vasemman että oikean puolen toiminnasta. Aivovaurioiden sijainnin ja tehtäväsuoriutumisen tarkastelun perusteella näyttäisi siltä, että toiminnanohjauksen sujuvuus on toisaalta yhtenäinen käsite, mutta toisaalta se myös jakautuu kielelliseen ja näönvaraiseen sujuvuuteen (Robinson ym., 2012).

1.2.1 Kielellinen sujuvuus

Kielellisen sujuvuuden arvioinnissa tarkastellaan kykyä tuottaa sanoja niiden merkityksen perusteella (*semanttinen sujuvuus*) tai niiden alkukirjaimen perusteella (*foneettinen sujuvuus*) (Jewsbury & Bowden, 2017; Jurado & Rosselli, 2007; Lezak ym., 2012). Lisäksi on määritelty *ortografisen sujuvuus* (*engl. orthographic fluency*) joka liittyy sanojen tuottamiseen niiden oikeinkirjoituksen perusteella (Jewsbury & Bowden, 2017). Usein semanttista sanasujuvuutta mitataan kyvyllä luetella eläinten nimiä tietyssä ajassa, ja foneemista sanasujuvuutta mitataan kyvyllä luetella sanoja, jotka alkavat esimerkiksi F-, A- tai S-kirjaimilla (Jurado & Rosselli, 2007; Lezak ym., 2012). On todettu eroja siinä, miten erilaiset sairaudet vaikuttavat kielellisen sujuvuuden heikentymiseen (Lezak ym., 2012), ja usein vasemman etuotsalohkon aktivaatio liittyy kielellisen sujuvuuden tehtävien suorittamiseen (Jurado & Rosselli, 2007).

Kielellisen sujuvuuden arviointiin käytetyn sanasujuvuustehtävän suomalaiset viitearvot perustuvat minuutin aikarajaan, jossa tutkittavan on lueteltava mahdollisimman monta s- tai k-kirjaimella alkavaa sanaa tai eläinsanaa (Kivisaari, Kuha, & Poutiainen, 2009). Oikein

lueteltujen sanojen lisäksi sanasujuvuustehtävän pisteytyksessä arvioidaan myös virheitä ja sääntörikkomuksia. Tutkittava saattaa luetella sellaisen sanan, jonka on jo sanonut aiemmin. Tällaista toistovirhettä kutsutaan perseveraatioksi, jos se toistuu joustamattomasti (Lezak ym., 2012). Perseveraatio eroaa laadullisesti muista toistovirheistä siten, että jälkimmäisten ajatellaan johtuvan jäykän toiminnan sijaan keskittymisen herpaantumisesta (Lezak ym., 2012). Toistovirheiden lisäksi puhutaan intruusiovirheestä, jolloin tutkittava luettelee sellaisen sanan, joka ei sovi tehtävän alussa kerrottuihin sääntöihin (Saunamäki & Jehkonen, 2015).

Sanasujuvuutta mittaavat tehtävät vaativat sujuvan kielellisen tuottamisen lisäksi myös muita kognitiivisia toimintoja. Tutkittavan täytyy tehtävässä arvioida, onko mieleen tuleva sana sellainen, jonka hän on jo sanonut. Tämä rasittaa työmuistia, joka on osa toiminnanohjausta (Diamond, 2013). Hyvä suoriutuminen sanasujuvuustehtävissä vaatii myös hyvää sanavarastoa. Faktorianalyttisessä tutkimuksessaan Whiteside ym. (2016) totesivat suoriutumisen sanasujuvuustehtävissä olevan vahvemmin yhteydessä sanavarastoon kuin toiminnanohjaukseen. Tulos viittaa tutkijoiden mukaan siihen, että kielellisen sujuvuuden tehtävissä vaaditaan paljon sellaisia kognitiivisia kykyjä, jotka eivät liity toiminnanohjaukseen.

Toiminnanohjauksen sujuvuuden arvioinnissa on tärkeää, että suoriutumisesta saadaan mahdollisimman kattava kuva. Sujuvuutta on siis tarkoituksenmukaista tutkia myös näönvaraisesti niin, ettei sanavaraston laajuudella tai niukkuudella ole arviossa merkitystä. Kuten Jewsburn ym. (2017) tutkimuksessa havaittiin, kielellisen sujuvuuden tehtävissä suoriutuminen selittyy usein kiteytyneellä tietämyksellä. Näönvaraisen sujuvuuden merkitys osana toiminnanohjausta voi poiketa kielellisen sujuvuuden vastaavasta, kun sanavarastoa ei tehtävissä voi hyödyntää.

1.2.2 Kuviosujuvuus

Etuotsalohkon vauriot johtavat usein ongelmiin tiedon ja tekemisen välillä (Ruff, Light, Parker, & Levin, 1997). Toiminnanohjauksen eri osa-alueita arvioitaessa on siis perusteltua käyttää myös sellaisia menetelmiä, joiden avulla voidaan painottaa tekemisen kykyä erillään kiteytyneestä tiedosta. Toiminnanohjauksen sujuvuuden arvioinnissa käytetään näönvaraisia kuviosujuvuustehtäviä sanasujuvuustehtävien rinnalla (Lezak ym., 2012). Kuviosujuvuustehtävät mahdollistavat silmien ja käsien yhteistyön sujuvuuden arvioinnin, jota kutsutaan näönvaraiseksi sujuvuudeksi. Kuviosujuvuustehtävissä piirretään

ohjeiden mukaan kuvioita paperille, ja ne vaativat toiminnanohjauksen viitekehyksessä tuottavuutta ja kykyä muuttaa omaa toimintaa (Lezak ym., 2012). Useissa tutkimuksissa kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisesta puhutaan myös kuviosujuvuutena (*engl. figural fluency*); (Kraybill & Suchy, 2008; Ross, 2014; Tucha ym., 2012).

Sujuvuuden ei-kielelliseen arviointiin Jones-Gotman ja Milner (1977) kehittävät kuviosujuvuustehtävän, jossa tutkittavien tuli piirtää kahdenlaisia kuvioita. Ensimmäisessä osassa tutkittavilla oli viisi minuuttia aikaa piirtää vapaasti sellaisia kuvioita, jotka eivät muistuta mitään oikeaa esinettä, kappaletta tai asiaa. Kuviot eivät myöskään saaneet olla nimettävissä olevia muotoja. Toisessa osassa aikaa oli neljä minuuttia, ja kuvioden tuli koostua neljästä viivasta ensimmäisen osion sääntöjen lisäksi. Molemmissa osioissa tarkoitus oli tuottaa mahdollisimman monta kuviota niin, että ne eroavat toisistaan.

Sittemmin kuviosujuvuuden arviointiin on kehitetty yksinkertaisempia ja strukturoidumpia menetelmiä, joiden ohjeistus on helpommin ymmärrettävissä. Kuviosujuvuuden mittaamiseen kehitettiin tehtävä, jossa riveihin järjestettyjen neliöiden sisällä on viisi pistettä ja tutkittavien tuli muodostaa kuvioita yhdistämällä pisteet suorilla viivoilla (Regard ym., 1982). Jokaisen tällaisen tuotetun kuvion tuli olla erilainen, ja suoritukseen annettiin viisi minuuttia aikaa (Regard ym., 1982). Myöhemmin julkaistussa, hieman monimutkaisemmassa kuviosujuvuustehtävässä yhdistettävät pisteet neliöiden sisällä ovat vaihtelevissa asetelmissa (Ruff, Light, & Evans, 1987).

Kuviosujuvuustehtävästä on myös versio, jossa yhdistettävien pisteiden asetelma laatikoiden sisällä tai yhdistelemisen säännöt vaihtelevat (Baldo ym., 2001).

Kuviosujuvuustehtävän asetelmat vaativat joko värjättyjen pisteiden yhdistelyä ilman poikkeavia häiritseviä pisteitä tai värjäämättömien pisteiden yhdistelyä häiritsevien, värjättyjen pisteiden kanssa (Baldo ym., 2001). Tehtävän kolmas osio vaatii kykyä vaihdella yhdistämisen periaatteiden välillä, kun yhdistettyjen pisteiden tulee olla vuoron perään värjättyjä tai värjäämättömiä.

Kuviosujuvuuden ja kielellisen sujuvuuden välillä on useissa tutkimuksissa havaittu yhteys. Eräässä tutkimuksessa sanasujuvuuden yhteydet kuviosujuvuuteen olivat vahvemmat kuin yhteydet muihin toiminnanohjaukseen liittyviin kykyihin tai yhteydet muistitoimintoihin (Tucha ym., 2012). Tutkimuksessa kuviosujuvuustehtävän suoritus aika oli kaksi minuuttia. Kuviosujuvuuden yhteydet eivät siis rajoittuneet vain yhteyksiin samoihin aisteihin nojaavien kykyjen kanssa. Kuviosujuvuuden ja kielellisen sujuvuuden välinen yhteys on

havaittu myös toisessa tutkimuksessa, jossa tutkittiin arabiaa äidinkielenään puhuvien suoriutumista kuvio- ja kielellisen sujuvuuden tehtävissä (Khalil, 2010). Tutkimuksessa kuviosujuvuustehtävän suoritus aika oli kolme minuuttia. Edellisten tutkimusten lisäksi Suchyn ym. (2010) tutkimuksessa havaittiin, että kuviosujuvuus ja kielellinen sujuvuus ovat yhteydessä. Yhteys havaittiin tarkastelemalla suoriutumista kuviosujuvuuden arviointiin käytetyn tehtävän osiossa, jossa tutkittavat eivät joutuneet vaihtamaan vuoronperään värjättyjen ja värjäämättömien pisteiden välillä. Useissa tutkimuksissa havaitut yhteydet eri sujuvuustehtävämuotojen välillä voivat kertoa tehtävien kyvystä mitata jotain sellaista, jota muut tehtävät eivät mittaa. Koska molemmissa tehtävissä vaaditaan Lezakin ym. (2012) mukaan toiminnanohjauksen sujuvuutta, ja koska aikaisemmissa tutkimuksissa tehtävissä suoriutumisen välillä on havaittu yhteys, on todennäköistä, että kuviosujuvuus ja kielellinen sujuvuus ovat yhteydessä toisiinsa.

Kuitenkaan kaikissa tutkimuksissa tällaisia yhteyksiä ei ole havaittu. Terveiden koehenkilöiden suoriutuminen viiden pisteen kuviosujuvuustehtävässä ei ollut yhteydessä suoriutumiseen foneemisen sanasujuvuuden tehtävässä (Goebel ym., 2009).

Tutkimuksessa kuviosujuvuustehtävän suoritus aika oli kolme minuuttia, mikä poikkeaa Tucha ym. (2012) tutkimuksessa annetusta suoritusajasta muuten vastaavassa kuviosujuvuustehtävässä. Suchyn ym. (2010) tutkimuksessa kuviosujuvuustehtävien osioiden suoritus aika oli yksi minuutti. Myöskään Rossin (2014) tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä kuviosujuvuuden ja sanasujuvuuden välillä. Tutkimuksessa kuviosujuvuutta mitattiin Ruffin ym. (1987) kehittämällä kuviosujuvuustehtävällä, jonka osioissa yhdistettävien pisteiden asettelu vaihtelee, ja jokainen osio kestää minuutin. On mahdollista, että kuviosujuvuustehtävien erot ja vaihtelevat suoritusajat liittyvät jotenkin siihen, että yhteyttä kuviosujuvuuden ja kielellisen sujuvuuden välillä ei aina havaita. Kuitenkin Khalilin (2010) ja Goebelin ym. (2009) tutkimuksissa suoritus aikaa oli yhtä paljon. Koska suoriutuminen kuviosujuvuustehtävissä on vaihtelevasti yhteydessä suoriutumiseen kielellisen sujuvuuden tehtävissä, ei voida olla täysin varmoja kuviosujuvuuden ja kielellisen sujuvuuden yhteydestä.

Koska kuviosujuvuustehtävä vaatii näönvaraista havainnointikykyä, on todennäköistä, että kuviosujuvuus on yhteydessä näönvaraisen havainnon nopeuteen. Tutkimuksissa onkin havaittu yhteyksiä suoriutumisessa näiden kykyjen arviointiin käytettyjen tehtävien kohdalla. (Ross, 2014; Suchy ym., 2010; Tucha ym., 2012). Näissä tutkimuksissa sujuvammin kuvioita tuottaneet koehenkilöt suoriutuivat nopeammin näönvaraisen

havainnon nopeutta vaativasta tehtävästä, joten on perusteltua olettaa, että tehtävien välillä olisi negatiivinen yhteys, eli useampia kuvioita tuottaneet käyttäisivät vähemmän aikaa näönvaraisen havaintokyvyn tehtävästä. Eräässä tutkimuksessa negatiivinen yhteys ei kuitenkaan saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä, vaikka tutkittavia oli melko paljon (Goebel ym., 2009). Tulosten perusteella voidaan olettaa, että vaikka kuviosujuvuus ja näönvaraisen havainnon nopeus todennäköisesti ovatkin yhteydessä, niin kuviosujuvuustehtävässä suoriutuminen vaatii muutakin kuin nopeaa näönvaraista havaintokykyä. Näin ollen on mahdollista, että näönvaraisen havainnon nopeuden lisäksi muut toiminnanohjauksen kyvyt ovat yhteydessä kuviosujuvuustehtävään.

Näönvaraista havainnon nopeutta arvioidaan yleensä yhdessä joustavan työmuistin kanssa. Joustavan työmuistin on havaittu olevan näönvaraista havaintokykyä vahvemmin yhteydessä toiminnanohjaukseen, kun toiminnanohjausta on arvioitu erottamalla näönvaraisen havainnon nopeuden tehtävän suoritus aika työmuistin joustavuutta vaativan tehtävän suoritusajasta (Sánchez-Cubillo ym., 2009). Kuviosujuvuustehtävän ja joustavan työmuistin yhteys on havaittu useissa tutkimuksissa (Goebel ym., 2009; Ross, 2014; Tucha ym., 2012). On siis todennäköistä, että kuviosujuvuustehtävän tekeminen vaatii laajempia kognitiivisia toimintoja kuin näönvaraisia tai motorisia kykyjä, kuten esimerkiksi työmuistin joustavuutta. Aikaisemman tutkimustiedon perusteella voidaan lisäksi olettaa, että suoriutuminen työmuistin joustavuutta vaativassa tehtävässä on vahvemmin yhteydessä kuviosujuvuustehtäväsuoriutumiseen kuin suoriutuminen näönvaraisen havainnon nopeutta mittaavassa tehtävässä (Goebel ym., 2009). Toiminnanohjaukseen liittyvien kykyjen lisäksi on mahdollista, että kuviosujuvuuteen liittyy muitakin kognitiivisia kykyjä. Kuviosujuvuustehtävää tehdessään tutkittavan tulee arvioida sitä, poikkeavatko hänen tuottamansa kuviot toisistaan.

Arvioidessaan tuottamiaan kuvioita tehtävän aikana tutkittava joutuu hyödyntämään näönvaraista päättelykykyään. Tutkimuksissa onkin havaittu kuviosujuvuuden positiivinen yhteys näönvaraisen hahmottamisen ja päättelykyvyn kanssa (Ross, 2014; Tucha ym., 2012). Näissä tutkimuksissa päättelykykyä arvioitiin tehtävillä, joissa tutkittavien tuli rakentaa ohjeiden mukaan heille näytetyn kuvan mukainen rakennelma. Lisäksi Rossin (2014) tutkimuksessa tutkittaville esitettiin osana näönvaraisen päättelykyvyn arviota tehtävä, jossa heidän tuli asetella kaksivärisiä kuutioita mallikuvan mukaisesti. Kuviosujuvuustehtävästä poiketen näissä tehtävissä ei keskitytä suoritus aikaan, ja näin ollen näönvarainen päättelykyky ei välttämättä ole niin vahvasti yhteydessä

kuviosujuvuuteen kuin suoritusnopeutta maksimoivissa tehtävissä suoriutuminen. Esimerkiksi suoriutumisen havainnon nopeutta ja työmuistin joustavuutta vaativissa näönvaraisissa tehtävissä on havaittu olevan vahvemmin yhteydessä kuviosujuvuustehtäväsuoriutumiseen kuin suoriutumiseen näönvaraisen päättelyn tehtävässä (Tucha ym., 2012). Aikaisempien tutkimustulosten perusteella kuviosujuvuudella ja näönvaraisella päättelykyvyllä on kuitenkin oletettavasti positiivinen yhteys.

Koska kuviosujuvuustehtävä tehdään piirtämällä suoria viivoja käyttäen kynää, on perusteltua olettaa motoristen toimintojen olevan yhteydessä kuviosujuvuustehtäväsuoriutumiseen. Onkin havaittu, että oikeiden tuotosten määrällä kuviosujuvuustehtävässä on yhteys nopean piirtämiskyvyn kanssa, tosin yhteydet jäivät Suchyn ym. (2010) tutkimuksessa melko vaatimattomiksi. Vahvemmat yhteydet on havaittu kuviosujuvuustehtävän ja motorisen sujuvuuden ja suunnittelukyvyyn välillä (Kraybill & Suchy, 2008; Suchy ym., 2010). Motorinen sujuvuus tarkoittaa kykyä suorittaa sarjassa toisistaan poikkeavia motorisia liikkeitä (Kraybill & Suchy, 2008). Molemmissa tutkimuksissa havaittu motorisen sujuvuuden yhteys kuviosujuvuuteen korostuu Suchyn ym. (2010) mukaan siitä syystä, että kielellisen sujuvuuden tehtävän yhteys etenkin kuviosujuvuustehtävän vaativamman osan kanssa ei ollut huomattava.

Motoriikan havaittu yhteys suoriutumiseen kuviosujuvuustehtävässä viittaa siihen, että kuviosujuvuustehtävä vaatisi näönvaraisia ja motorisia toiminnanohjauksen kykyjä riippumatta kielellisen sujuvuuden kyvyistä. Suchyn ym. (2010) mukaan kielelliselle ja näönvaraiselle sujuvuudelle yhteinen toiminnanohjauksen sujuvuuden käsite vaikuttaisi siis olevan kyseenalainen. Kuviosujuvuuden ja muiden näönvaraisten kognitiivisten kykyjen yhteyksiä tutkittaessa onkin tärkeää tutkia erikseen myös motoriikkaa, jotta motoriikan osuutta kuviosujuvuuteen ja sen yhteyksiin voidaan arvioida.

Kuviosujuvuustehtävää tarkastelevissa tutkimuksissa on kuitenkin paljon merkittäviä asetelmallisia eroja, jotka vaikuttavat tuloksiin. Kuviosujuvuutta on tutkimuksissa arvioitu vaihtelevilla kuviosujuvuustehtävillä. Lisäksi tutkimuksissa koehenkilöiden määrät vaihtelevat paljon ja eri tutkimusten koehenkilöt poikkeavat toisistaan. Suchyn ym. (2010) tutkimuksessa tutkittavia oli 61, ja he olivat 60-87-vuotiaita. Rossin (2014) tutkimuksessa tutkittavia oli 102, ja he olivat 18-27-vuotiaita opiskelijoita. Tuchan ym. (2012) tutkimuksen aineisto koostui 608 aikuisesta, jotka olivat 20-88-vuotiaita. Heistä 75 suoritti muita kognitiivisia kykyjä mittaavia tehtäviä (Tucha ym., 2012). Khalilin (2010) tutkimuksessa

tutkittavia oli 215. Aineistojen erot heijastuvat tutkimusten tavoitteista, jotka poikkeavat toisistaan.

Viiden pisteen kuviosujuvuustehtävän on todettu olevan luotettava kuviosujuvuuden arviointimenetelmä, ja se on käyttökelpoinen neuropsykologisissa tutkimuksissa (Fernandez, Moroni, Carranza, Fabbro, & Lebowitz, 2009; Tucha ym., 2012). Muiden toiminnanohjausta vaativien kykyjen lisäksi kuviosujuvuuden on todettu olevan yhteydessä inhibitiokykyyn (Tucha ym., 2012). Näin ollen tehtävää on perusteltua käyttää osana toiminnanohjauksen arviointia. Toiminnanohjauksen neuropsykologisessa viitekehyksessä erilaisten kuviosujuvuustehtävien avulla voidaan arvioida tutkittavan kykyä säädellä omaa toimintaa (Lezak ym., 2012). Tutkimustulokset viiden pisteen kuviosujuvuustehtävän yhteyksistä toiminnanohjauksen eri toimintoihin ja muihin kognitiivisiin kykyihin vaihtelevat kuitenkin jonkin verran. Siksi on perusteltua selvittää sitä, millaisia yhteyksiä kuviosujuvuustehtävällä voisi olla erilaisten kognitiivisten tehtävien kanssa.

1.3 Tutkimusongelmat

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan sitä, miten viiden pisteen kuviosujuvuustehtävässä suoriutuminen on yhteydessä suoriutumiseen muissa kognitiivisissa tehtävissä.

Tutkimuksen tarkoituksena on hahmotella sitä, mikä rooli viiden pisteen kuviosujuvuustehtävällä voisi olla osana toiminnanohjauksen arviointia.

Tutkimuskysymykset ja –hypoteesit ovat:

Millainen yhteys on kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen ja

1. kielellisen sujuvuuden tehtävissä suoriutumisen välillä?

Hypoteesina on, että useampia kuvioita tuottavat tutkittavat suoriutuvat kielellisen sujuvuuden tehtävissä paremmin.

2. näönvaraisen havainnon nopeuden tehtävässä suoriutumisen välillä?

Hypoteesina on, että useampia kuvioita tuottavat tutkittavat suoriutuvat näönvaraisen havainnon nopeuden tehtävässä paremmin.

3. työmuistin joustavuuden tehtävässä suoriutumisen välillä, ja toisaalta onko

kuviosujuvuus yhteydessä työmuistin joustavuuden ja näönvaraisen havainnon nopeuden erotukseen?

Hypoteesina on, että useampia kuvioita tuottavat tutkittavat suoriutuvat työmuistin joustavuuden tehtävässä paremmin, ja että yhteys on vahvempi kuin näönvaraisen nopeuden yhteys kuviosujuvuuteen. Lisäksi hypoteesina on, että useampia kuvioita tuottavilla tutkittavilla työmuistin joustavuuden ja näönvaraisen havainnon nopeuden erotus on pienempi.

4. näönvaraisen päättelyn tehtävässä suoriutumisen välillä?

Hypoteesina on, että useampia kuvioita kuviosujuvuustehtävässä tuottavat tutkittavat suoriutuvat näönvaraisen päättelyn tehtävässä paremmin, ja että yhteys on heikompimpi kuin näönvaraisen havainnon nopeuden ja työmuistin joustavuuden yhteydet kuviosujuvuuteen.

5. motoriikan tehtävässä suoriutumisen välillä, ja miten tämän yhteyden huomiointi vaikuttaa yhteyksiin kuviosujuvuuden ja työmuistin joustavuuden, sekä kuviosujuvuuden ja työmuistin joustavuuden ja näönvaraisen havainnon nopeuden erotuksen välillä?

Hypoteesina on, että useampia kuvioita kuviosujuvuustehtävässä tuottavat tutkittavat suoriutuvat motoriikan tehtävässä paremmin. Motoriikan huomioimisen oletetaan heikentävän kuviosujuvuuden yhteyksiä työmuistin joustavuuteen, sekä työmuistin joustavuuden ja näönvaraisen havainnon nopeuden erotukseen.

2 Menetelmät

2.1 Tutkittavat

Tutkittavia oli yhteensä 45. Heistä 24 oli vapaaehtoisia tutkimuksen tekijän rekrytoimia henkilöitä (aineisto 1), joista suurin osa oli tekijän tuttavilla. Lisäksi pieni osa oli vastannut Helsingin yliopiston ainejärjestöjen sähköpostilistoille lähetettyihin kutsuihin. Loput 21 tutkittavaa tulivat tutkimuksen toisen ohjaajan keräämästä aineistosta (aineisto 2). Kaikista tutkittavista 22 oli naisia ja tutkittavien ikä vaihteli välillä 19-52 (ka = 31.93, kh = 9.49). Tutkittavista yhdeksän oli suorittanut korkeimpana koulutuksena peruskoulun, neljä ammattikoulun. Lukio oli 22 tutkittavalla korkein koulutus, ja kahdeksalla korkein koulutus oli alempi korkeakoulututkinto. Tutkittavista kaksi oli suorittanut ylemmän korkeakoulututkinnon. Tarkemmat tiedot koko aineistosta on esitetty liitteessä 1.

Tutkittaville viidelle psykologian opiskelijalle tarjottiin puoli tuntia opintoihin kuuluvaa koehenkilövelvollisuutta. Muuta korvausta tutkimukseen osallistumisesta ei tarjottu. Kaikki tutkittavat täyttivät suostumuslomakkeen. Suurin osa niistä tutkittavista, jotka olivat

tutkimuksen toisen ohjaajan keräämästä aineistosta, ei tehnyt sanasujuvuustehtäviä, eikä kukaan heistä tehnyt motoriikan tehtävää.

2.2 Arviointimenetelmät

Viiden pisteen kuviosujuvuustehtävässä (Regard ym., 1982) tutkittaville annettiin paperiarkki, jossa oli yhteensä 78 samanlaista ruutua tasaisissa riveissä niin, että kussakin rivissä oli kuusi ruutua (liite 3). Ruutujen sisällä oli viisi pistettä, jokaisessa kulmassa yksi ja keskellä ruutua yksi. Tutkittavia pyydettiin kahden minuutin aikana täyttämään kynällä pisteitä yhdistäen niin monta ruutua kuin ehtivät. Tässä tutkimuksessa annettu suoritus aika poikkesi Regardin ym. (1982) käyttämästä viiden minuutin suoritusajasta. Tutkittaville kerrottiin, että jokaisen ruudun tulee olla erilainen. Tutkimuksen tekijä täytti kolme ensimmäistä ruutua esimerkkeinä, eikä samanlaisia ruutuja saanut varsinaisessa tehtävässä tehdä. Jokaisesta sääntöjen mukaisesta, oikein täytetystä ruudusta tutkittava sai yhden pisteen. Lisäksi laskettiin tutkittavan tekemien toistovirheiden määrä.

Kielellisen sujuvuutta arvioitiin kahdella tehtävällä, joista toinen mittasi foneemista sanasujuvuutta (S-sanat) ja toinen semanttista sanasujuvuutta (Kivisaari ym., 2009). Foneemista sanasujuvuutta mittaavassa tehtävässä tutkittavien tuli luetella mahdollisimman monta toisistaan poikkeavaa s-kirjaimella alkavaa sanaa minuutin aikana. Sanat eivät saaneet olla erisnimiä, numeroita tai saman sanan eri taivutusmuotoja. Semanttisen sanasujuvuuden (eläimet) tehtävässä tutkittavia pyydettiin minuutin aikana luettelemaan mahdollisimman monta eläinsanaa. Kielellisen sujuvuuden tehtävien pisteytyksessä yhdestä säännönmukaisesta vastauksesta sai yhden pisteen ja sääntörikkomukset laskettiin erikseen.

Näönvaraista havainnon nopeutta ja työmuistin joustavuutta arvioitiin Trail Making -testillä (TMT: Reitan & Wolfson, 1985). Näönvaraisen havainnon nopeutta ja työmuistin joustavuutta vaativa Trail Making -testi koostuu A ja B osioista. Havainnon nopeutta vaativassa A-osiossa tutkittavan tuli yhdistää viivalla satunnaiseen järjestykseen asetetut numerot 1-25 järjestyksessä pienimmästä suurimpaan. Joustavuutta vaativan B-osiossa esiintyivät numerot (1-13) ja kirjaimet (A-L). Tutkittavan tuli vaihdella numeroiden ja kirjainten yhdistämistä niin, että joka toinen yhdistettävä merkki on kirjain ja joka toinen numero. Numerot tuli yhdistää järjestyksessä pienimmästä suurimpaan ja kirjaimet aakkosjärjestyksessä. Molemmissa osioissa tutkittavaa pyydettiin suorittamaan tehtävä mahdollisimman nopeasti, nostamatta kynää paperista. Tehtäväsuorittuminen mitattiin

sekunteina. Työmuistin joustavuuden ja havainnon nopeuden erotuksen arviointia varten muodostettiin Trail Making B- ja A-osioiden erotusmuuttuja (Sánchez-Cubillo ym., 2009).

Näönvaraista päättelykykyä arvioitiin WAIS-IV:n matriisipäättelytehtävän avulla (Wechsler, 2012). Matriisipäättelytehtävässä tutkittavalle esitettiin yksi kerrallaan kahden tyyppisiä kuvarakennelmia: matriiseja ja sarjoja. Kuvarakennelmissa esiintyvät kuviot noudattivat tiettyä logiikkaa, ja niistä puuttui aina yksi kuva. Tutkittavalle esitettiin viisi vaihtoehtoa, joista hänen tuli valita se kuva, joka sopi kuvarakennelman puuttuvaan kohtaan.

Tehtävässä ei ollut aikarajaa. Jokaisesta oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen, joiden summa muodosti tutkittavan raakapisteen.

Motoriikkaa arvioitiin, jotta sen mahdollinen vaikutus voitaisiin havaita ja huomioida muiden kykyjen ja kuviosujuvuustehtäväsuoriutumisen välillä. Tätä varten tutkittavilla teetettiin motorinen kontrollitehtävä. Tässä kontrollitehtävässä tutkittaville annettiin paperiarkki, jossa oli saman verran ruutuja kuin kuviosujuvuustehtävässä. Kontrollitehtävän ruuduissa oli joko kaksi tai viisi pistettä (liite 4). Tutkittavaa pyydettiin yhdistämään pisteet määrättyllä tavalla riippuen siitä, millaista ruutua hän oli täyttämässä. Kaksipisteisen ruudun pisteet tuli yhdistää pystysuoralla viivalla. Viisipisteisen ruudun pisteet tuli yhdistää pystysuoralla viivalla ja kahden viivan muodostamalla auramaisella kuviolla. Suoritusaikaa oli 30 sekuntia. Tehtävä pisteytettiin laskemalla oikein täytettyjen ruutujen lukumäärä.

2.3 Tutkimuksen kulku

Noin puoli tuntia kestäneet tutkimukset tehtiin hiljaisessa huoneessa. Tutkittavat allekirjoittivat suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta. Suostumuslomakkeen allekirjoitettuaan tutkittavat täyttivät taustatietolomakkeen.

Tehtävät teetettiin kaikille tutkittaville samassa järjestyksessä. Ensiksi tutkittavat tekivät Trail Making -testin osiot A ja B peräkkäin. Sitten tehtiin foneemisen sanasujuvuuden tehtävä ja kuviosujuvuuden motorikan kontrollitehtävä. Tämän jälkeen tehtiin semanttisen sanasujuvuuden tehtävä ja viiden pisteen kuviosujuvuustehtävä. Lopuksi tehtiin matriisipäättelytehtävä.

2.4 Aineiston tarkastelu

Trail Making -tehtävän suoritusaikaa mittaavat muuttujat olivat vinoja. Trail Making -tehtävän A-osion jakauma oli lievästi oikealle vino, ja sille tehtiin neliöjuurimuunnos. Trail Making B-osion ja Trail Making -tehtävän B ja A -osioiden erotusmuuttujat olivat oikealle

vinoja, ja niille tehtiin logaritimuunnokset. Koska matriisipäättelytehtävässä suoriutumista mittaavan muuttujan jakauma oli huomattavasti vasemmalle vino, sen asteikko piti kääntää ennen muunnoksia. Asteikko käännettiin Tabachnikin & Fidellin (2014) ohjeen mukaan vähentämällä pienimmästä maksimiarvoa korkeammasta arvosta muuttujan havaitut arvot. Muunnoksen jälkeen asteikko käännettiin takaisin samalla tavalla, jotta tulkinta olisi yksiselitteistä. Tämän jälkeen muuttujalle tehtiin logaritimuunnos.

Havaintojen poikkeavuutta tarkasteltiin Mahalanobisin etäisyyden ja vaikutusmitan (*engl.* leverage) (Tabachnik & Fidell, 2014) avulla niin, että huomioitiin samanaikaisesti ne tehtävät, joista lähes koko aineistolla oli havaitut arvot, eli Trail Making -, kuviosujuvuus ja matriisipäättelytehtävät. Mahalanobisin etäisyyden katkaisupisteeksi asetettiin $\chi^2(4) = 18.47$, $p = .001$. Vaikutusmitan katkaisupisteeksi asetettiin .18. Vaikutusmitan katkaisupiste määritettiin kaavalla $2(k/n)$, jossa k = muuttujien lukumäärä ja n = otoskoko (Tabachnik & Fidell, 2014). Muuttujamuunnosten jälkeen yhdenkään havainnon ei voitu todeta olevan merkittävästi poikkeava niin, että se olisi ylittänyt poikkeavuuden kriteerit molemmilla etäisyysmitoilla. Vaikutusmitan perusteella poikkeavia havaintoja oli kolme, mutta niiden poikkeavuus ei graafisessa tarkastelussa noussut vahvasti esiin. Kaikki havainnot pidettiin aineistossa.

Tehtävien perustunnusluvut laskettiin jakaumamuunnosten jälkeen, ja ne on esitetty taulukossa 1. Tehtäväsuoriutuminen näytti vaihtelevan osa-aineistojen välillä, aineistossa 1 suoriutuminen vaikutti olevan joissain tehtävissä parempaa kuin aineistossa 2. Eroja aineistojen välisessä tehtäväsuoriutumisessa tarkasteltiin ei-parametrisellä Kruskal-Wallis H-testillä, koska tutkittavia oli molemmissa aineistoissa vähän. Aineiston 1 tutkittavat suoriutuivat tehtävistä paremmin kuin aineiston 2 tutkittavat, TMT-A $H(1) = 12.71$, $p < .001$; TMT-B $H(1) = 18.23$, $p < .001$; TMT B-A $H(1) = 10.6$, $p = .001$; foneeminen sanasujuvuus $H(1) = 5.4$, $p = .02$; semanttinen sanasujuvuus $H(1) = 5.04$, $p = .025$; kuviosujuvuus $H(1) = 8.84$, $p = .003$; Matriisipäättely $H(1) = 17.35$, $p < .001$. Tutkimuskysymyksiin vastattiin tarkastelemalla koko aineistoa siltä osin, kun se oli mahdollista ja matriisipäättelytehtävän kohdalla yhteydet laskettiin käyttämällä raakapisteitä.

Taulukko 1.

Tehtävien keskiarvot, keskihajonnat ja vaihteluväli

Tehtävä	Aineisto 1 (n = 24), ka (kh)	Aineisto 2 (n = 21), ka (kh)	Koko aineisto (n = 45), ka (kh)	Vaihteluväli koko aineistossa
Kuviosujuvuus	30.63 (1.53)	23.62 (7.88)	27.36 (8.38)	9.00 - 49.00
TMT A (sqr)	4.87 (.69)	5.84 (.79)	5.31 (.87)	3.32 - 7.35
TMT B (lg)	1.65 (.12)	1.86 (.03)	1.75 (.17)	1.48 - 2.2
TMT B-A (lg)	1.30 (.22)	1.56 (.24)	1.42 (.26)	.90 - 2.05
Matriisipäättely (lg)	.83 (.24)	.44 (.29)	.65 (.33)	.01 - 1.33
Foneeminen sujuvuus	18.13 (3.88)	13.4 (4.98)*	17.31 (4.38)	10 - 24
Semanttinen sujuvuus	29.88 (6.8)	20.33 (6.11)**	28.81 (7.29)	15 - 47
Motorinen kontrolli	30.00 (6.63)	-	30.00 (6.63)	17 - 42

* n = 5, ** n = 3, ka = keskiarvo, kh = keskihajonta, sqr = muuttujalle tehtiin neliöjuurimuunnos, lg = muuttujalle tehtiin logaritmimuunnos

Tehtävien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin laskemalla Pearsonin korrelaatiokertoimet arviointimenetelmien muuttujien välille. Iän, sukupuolen ja koulutuksen osuudet tehtävien välisistä yhteyksistä vakioitiin. Erikseen laskettiin korrelaatiokertoimet, joissa huomioitiin myös motorisen kontrollitehtävän yhteyden osuus arviointimenetelmien muuttujien välisissä yhteyksissä. Korrelaatiokertoimet laskettiin niin, että puuttuvat arvot huomioitiin tehtäväkohtaisesti (*engl.* pairwise) huolimatta siitä, oliko jollain havainnolla puuttuvia havaintoja muissa muuttujissa. Korrelaatiokertoimet (taulukko 2) perustuivat siis erikokoisiin näytteisiin ja niiden merkitsevyydestä eri vapausasteisiin. Merkitsevyydestä tehtiin kaksisuuntaisina, ja merkitsevyyden raja-arvona käytettiin $p < .05$. Monitestausingelman takia (Howell, 2010) laskettiin Bonferroni-korjattu merkitsevyytaso .007 jakamalla merkitsevyytaso .05 tutkimuskysymysten kannalta olennaisten vertailujen määrällä, eli seitsemällä. Tätä Bonferroni-korjattua merkitsevyytasoja käytettiin lopullisessa tulkinnessa. Toisistaan riippuvia korrelaatiokertoimia vertailtiin Howellin (2010) ohjeen mukaan.

3 Tulokset

Kognitiivisia kykyjä mittaavien tehtävien väliset osittaiskorrelaatiokertoimet on esitetty taulukossa 2. Kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen ja foneemisen sanasujuvuuden tehtäväsuoriutumisen välillä havaittiin positiivinen yhteys, mutta kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen yhteys semanttisen sanasujuvuuden tehtäväsuoriutumisen kanssa ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen yhteydet suoriutumiseen Trail Making -tehtävissä olivat negatiivisia. Esimerkin vuoksi liitteen 2 kuviossa on havainnollistettu suoriutumisen, iän ja koulutuksen yhteyksiä Trail Making B -osiossa ja kuviosujuvuustehtävässä. Trail Making B -osiossa suoriutumisen yhteys kuviosujuvuustehtäväsuoriutumiseen oli vahvempi kuin Trail Making A -osiossa suoriutumisen yhteys kuviosujuvuustehtäväsuoriutumiseen, $t(41) = 2.1$, $p = .04$. Lisäksi Trail Making A-osiossa suoriutumisen yhteys kuviosujuvuustehtäväsuoriutumiseen ($p = .008$) ylitti Bonferroni-korjatun merkitsevyystason.

Trail Making B ja A -osioiden erotus oli negatiivisesti yhteydessä suoriutumiseen kuviosujuvuustehtävässä. Yhteys kuviosujuvuustehtävässä ja matriisipäättelytehtävässä suoriutumisen välillä oli positiivinen, ja se oli vahvempi kuin kuviosujuvuustehtäväsuoriutumisen ja Trail Making A -osiossa suoriutumisen välinen yhteys, $t(41) = -4.84$, $p < .001$. Trail Making B-osiossa suoriutumisen yhteys suoriutumiseen kuviosujuvuustehtävässä oli matriisipäättelytehtäväsuoriutumisen vastaavaa yhteyttä vahvempi, $t(41) = 4.91$, $p < .001$.

Taulukko 2

Osittaiskorrelaatiot muuttujien välillä, kun koulutus, ikä ja sukupuoli on vakioitu. Vapausasteet on raportoitu suluissa.

	Kuvio- sujuvuus	TMT-A	TMT-B	TMT B-A	Matriisi- päättely	Foneemine n sujuvuus	Semanttine n sujuvuus
TMT-A	-.41* (39)						
TMT-B	-.64** (39)	.59** (39)					
TMT B-A	-.54** (39)	.18 (39)	.88** (39)				
Matriisi- päättely	.56** (40)	-.30 (39)	-.56** (39)	-.48** (39)			
Foneeminen sujuvuus	.53** (24)	-.32 (24)	-.56** (24)	-.48 (24)	.05 (24)		
Semanttinen sujuvuus	.32 (22)	.10 (22)	-.21 (22)	-.36 (22)	.18 (22)	.26 (22)	
Motorinen kontrolli	.01 (19)	-.34 (19)	-.25 (19)	-.03 (19)	-.14 (19)	-.09 (19)	-.40 (19)

* $p < .01$. ** $p < .007$, Bonferroni-korjattu merkitsevyystaso

Suoriutuminen kuviosujuvuustehtävässä ei ollut yhteydessä motoriikan kontrollitehtävässä suoriutumiseen. Koska oletettiin, että suoriutuminen motorisessa kontrollitehtävässä olisi yhteydessä kuviosujuvuustehtäväsuoriutumisen kanssa, tarkasteltiin kuviosujuvuustehtäväsuoriutumisen yhteyksiä suoriutumiseen sanasujuvuuden tehtävissä ja Trail Making B -osiossa niin, että motoriikan kontrollitehtäväsuoriutumisen ja kuviosujuvuustehtäväsuoriutumisen tilastollisesti ei-merkittävä yhteys huomioitiin jo edellä huomioitujen taustatekijöiden lisäksi. Motoriikan kontrollitehtävässä suoriutumisen huomiointi ei silmämääräisesti arvioituna muuttanut kuviosujuvuustehtävässä ja Trail Making B -osiossa suoriutumisen välistä yhteyttä, $r = -.65$, $p = .002$. Motoriikan huomiointi ei myöskään näyttänyt muuttavan kuviosujuvuustehtävässä suoriutumisen yhteyttä Trail Making B ja A -osioiden erotusmuuttajaan, $r = -.54$, $p = .013$. Edellä mainitut yhteydet laskettiin kuitenkin vain sen osa-aineiston perusteella, jolle oli esitetty motorinen kontrollitehtävä. Tästä johtuen vapausasteet ($df = 18$) poikkesivat tilanteista, jossa motoriikan kontrollitehtävän yhteyttä ei huomioitu.

4 Pohdinta

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten suoriutuminen näönvaraisen sujuvuuden arviointiin käytetyssä kuviosujuvuustehtävässä on yhteydessä suoriutumiseen muiden kognitiivisten kykyjen arviointiin käytetyissä tehtävissä. Oletuksena oli, että näönvarainen sujuvuus on yhteydessä kielelliseen sujuvuuteen, havainnon nopeuteen, joustavaan työmuistiin, näönvaraiseen päättelykykyyn ja toiminnanohjaukseen. Havaittiin, että lähes kaikissa tehtävissä suoriutumisen väliset yhteydet olivat oletusten mukaisia. Päätuloksena voidaan pitää kuviosujuvuuden vaihtelevaa yhteyttä kielelliseen sujuvuuteen: kuviosujuvuus oli yhteydessä foneemiseen sujuvuuteen mutta ei semanttiseen sujuvuuteen. Lisäksi tarkasteltiin sitä, onko suoriutuminen motoriikan arviointiin käytetyssä tehtävässä yhteydessä kuviosujuvuuteen kanssa. Tämän lisäksi selvitettiin, onko motoriikan mahdollisen yhteyden huomioimisella vaikutusta kuviosujuvuuden ja muiden kognitiivisten kykyjen välisiin yhteyksiin. Yhteyttä kuviosujuvuuden ja motoriikan välillä ei vastoin oletusta havaittu. Motoriikan huomioiminen muiden kykyjen välisissä yhteyksissä ei oletusten vastaisesti myöskään heikentänyt havaittuja yhteyksiä.

4.1 Kuviosujuvuuden yhteys kielelliseen sujuvuuteen

Kuviosujuvuuden ja foneemisen sanasujuvuuden välillä havaittiin oletusten mukainen yhteys, mutta oletuksista poiketen kuviosujuvuuden ja semanttisen sanasujuvuuden välistä

yhteyttä ei havaittu. Havaittu positiivinen yhteys kuviosujuvuuden ja foneemisen sujuvuuden välillä vastasi aikaisempien tutkimusten tuloksia (Khalil, 2010; Tucha ym., 2012), mutta myös ristiriitaisia tuloksia on saatu (Goebel ym., 2009; Ross, 2014). Tässä tutkimuksessa havaittu yhteys tukee ajatusta, että foneeminen ja näönvarainen sujuvuus ovat toisiinsa yhteydessä ja niillä voidaan arvioida samaa toiminnanohjauksen sujuvuutta. Ristiriitaiset tulokset voivat selittyä erilaisen, hieman vaativamman kuviosujuvuustehtävän käyttämisellä (Ross, 2014). Kuitenkaan Goebelin ym. (2009) käyttämä kolmen minuutin suoritus aika kuviosujuvuustehtävässä ei selitä ristiriitaista tulosta, koska myös Khalilin (2010) tutkimuksessa suoritus aikaa oli kolme minuuttia. Kuviosujuvuuden ja kielellisen sujuvuuden eroavaisuutta korostaa se, ettei tässä tutkimuksessa havaittu yhteyttä kuviosujuvuuden ja semanttisen sujuvuuden välillä, mikä kuitenkin poikkeaa aikaisempien tutkimusten tuloksista (Khalil, 2010; Tucha ym., 2012).

Semanttinen sujuvuus saattaa olla niin vahvasti riippuvainen tutkittavan sanavarastosta, että erot sujuvuudessa eli kyvyssä käyttää sanavarastoa eivät tehtäväsuoriutumisessa aina erotu, ja siksi semanttisen ja näönvaraisen sujuvuuden välillä ei tässä tutkimuksessa havaittu yhteyttä. Tätä päätelmää tukee se, ettei tutkimuksessa havaittu yhteyttä foneemisen ja semanttisen sujuvuuden välillä. On mahdollista, että jotkut tutkittavat kykenivät kompensoimaan mahdollisesti hieman heikompaa sujuvuutta laajalla sanavarastollaan. Tutkimuksessa havaitut kielellisen sujuvuuden poikkeavat yhteydet kuviosujuvuuteen vastaakin osittain Suchyn ym. (2010) tutkimustuloksia, joissa havaittiin verrattain heikot yhteydet kielellisen sujuvuuden ja kuviosujuvuuden välillä. Tämän tutkimuksen tulokset yhdessä Suchyn ym. (2010) päätelmien kanssa viittaavat siihen, ettei sujuvuuden käsite olisi teoreettisesti kovin yhtenäinen ainakaan semanttisen sujuvuuden ja kuviosujuvuuden kohdalla. Toisaalta Lezakin ym. (2012) mukaan kielellisen sujuvuuden tehtävillä arvioidaan muiden sujuvuustehtävien kanssa toiminnanohjauksen itsesääätelykykyä. On mahdollista, että kliinisessä neuropsykologisessa arvioinnissa potilaiden kognitiiviset toiminnot ovatkin usein niin heikentyneitä, että sujuvuuden kompensoiminen laajalla sanavarastolla hankaloituu. Tutkittaessa terveitä koehenkilöitä yhteydet sujuvuustehtävien voivat kuitenkin kompensoinnin takia heikentyä.

4.2 Kuviosujuvuuden yhteydet muihin kognitiivisiin kykyihin

Kuviosujuvuuden ja näönvaraisen havainnon nopeuden välillä havaittiin yhteys, joka oli oletuksen mukainen. Tulos vastaa aikaisempia tutkimustuloksia, joissa havaittiin näönvaraisen havainnon nopeuden arviointiin käytetyssä tehtävässä hyvin suoriutuvien

tutkittavien suoriutuvan hyvin myös kuviosujuvuustehtävässä (Ross, 2014; Tucha ym., 2012). Samalla tulos on kuitenkin ristiriidassa Goebelin ym. (2009) tutkimuksen kanssa, jossa ei havaittu yhteyttä kuviosujuvuuden ja näönvaraisen havainnon nopeuden välillä. Tässä tutkimuksessa suoritusaikaa kuviosujuvuuden tehtävässä oli kaksi minuuttia ja Goebelin ym. (2009) tutkimuksessa vastausaikaa oli kolme minuuttia. On mahdollista, että pidempi vastausaika korostaa tehtävän vaativuutta. Ajan kuluessa tutkittava joutuu mahdollisesti käyttämään enemmän kognitiivisia voimavaroja välttääkseen toistovirheitä ja vaihtaakseen strategioita. Toisaalta pidempi vastausaika voi myös helpottaa strategioiden käyttöä ylipäättään, eikä tässä tutkimuksessa kuviosujuvuustehtävän vastausten jakauma ollut vino, eli tehtävä ei ollut tutkittaville erityisen vaikea tai helppo. Jos pidempi vastausaika korostaa kuviosujuvuustehtävän vaativuutta, niin se voi selittää sitä, ettei Goebelin ym. (2009) tutkimuksessa havaittu yhteyttä kuviosujuvuuden ja yksinkertaisen näönvaraisen havainnon nopeutta arvioivan tehtävän välillä. Kuitenkin tutkimuksissa, joissa kuviosujuvuutta on arvioitu tämän tutkimuksen tehtävää vaativammalla tehtävällä, näönvaraisen havainnon nopeuden yhteys kuviosujuvuuteen on havaittu (Ross, 2014; Suchy ym., 2010). Näin ollen on todennäköistä, että näönvaraisen havainnon nopeus on yhteydessä kuviosujuvuuteen.

Joustavan työmuistin ja kuviosujuvuuden välillä havaittiin oletusten mukainen positiivinen yhteys, mikä vastaa aikaisempien tutkimusten tuloksia (Goebel ym., 2009; Kraybill & Suchy, 2008; Tucha ym., 2012). Oletuksen mukaisesti tämä yhteys oli voimakkaampi kuin nopean havainnointikyvyn ja kuviosujuvuuden välillä. Tämä havainto yhteyden voimakkuudesta mukaili myös aikaisempaa tutkimustietoa (Goebel ym., 2009). Näin ollen kuviosujuvuus vaatisi työmuistin joustavuutta, ja mahdollisesti jopa enemmän kuin näönvaraista havainnon nopeutta. Kuitenkaan Suchyn ym. (2010) tutkimuksessa ei havaittu joustavuuden olevan kuviosujuvuuteen yhteydessä. Tutkijoiden mukaan heidän aiemmin havaitsemansa yhteys (Kraybill & Suchy, 2008) selittyikin kuviosujuvuustehtävän ja joustavuuden arviointiin käytetyn tehtävän vaatimilla motorisilla kyvyillä (Suchy ym., 2010). Joustavuutta arvioitiin kuitenkin Kraybillin ja Suchyn (2008) tutkimuksessa samalla menetelmällä kuin tässä tutkimuksessa, ja Suchyn ym. (2010) tutkimuksessa eri menetelmällä. Näin ollen menetelmien erot voivat liittyä siihen, miksi havaitut yhteydet poikkeavat eri tutkimusten välillä.

Lisäksi kuviosujuvuuden havaittiin olevan yhteydessä työmuistin joustavuuden ja havainnon nopeuden erotukseen. Aikaisemman tutkimuksen perusteella tämä erotus

kuvastaa verrattain hyvin toiminnanohjausta (Sánchez-Cubillo ym., 2009). Näin ollen kuviosujuvuus näyttäisi olevan yhteydessä toiminnanohjaukseen. Aikaisemmissa tutkimuksissa kuviosujuvuuden yhteyttä toiminnanohjaukseen ei ole selvitetty samalla tavalla, vaan toiminnanohjausta on arvioitu erilaisilla menetelmillä. Usein on arvioitu toiminnanohjauksen inhibitiota, jonka on tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä kuviosujuvuuteen (Ross, 2014; Tucha ym., 2012). Yhdessä aikaisempien tutkimusten kanssa tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että parempi toiminnanohjaus liittyy parempaan kuviosujuvuuteen. Kuitenkin tässä tutkimuksessa toiminnanohjausta arvioitiin epäsuorasti erottamalla työmuistin joustavuus nopeasta havainnointikyvystä. Näin ollen ei vertailtu näönvaraisen havainnon nopeuden, työmuistin joustavuuden ja toiminnanohjauksen yhteyksiä kuviosujuvuuteen. Edellä mainitut seikat voivat heikentää päätelmän vahvuutta toiminnanohjauksen yhteydestä kuviosujuvuuteen tämän tutkimuksen osalta. Voidaan kuitenkin olettaa, että kuviosujuvuustehtävässä suoriutuminen vaatii muitakin kognitiivisia kykyjä kuin nopeaa näönvaraista havaitsemista.

Näönvaraisen päättelyn ja kuviosujuvuuden välillä havaittiin oletuksen mukainen yhteys. Ne, jotka suoriutuivat hyvin näönvaraisen päättelyn tehtävässä, suoriutuivat hyvin myös kuviosujuvuustehtävässä. Yhteys vastasi aikaisempien tutkimusten tuloksia (Ross, 2014; Tucha ym., 2012), joskin näissä tutkimuksissa käytettiin eri tehtäviä, kun arvioitiin näönvaraista päättelykykyä. Tässä tutkimuksessa yhteys näönvaraisen päättelyn ja kuviosujuvuuden välillä oli vastoin oletusta hieman suurempi kuin kuviosujuvuuden ja havainnon nopeuden välinen yhteys, mutta oletuksen mukaisesti hieman pienempi kuin joustavan työmuistin ja kuviosujuvuuden välinen yhteys. Aikaisemmissa tutkimuksissa näönvaraisen päättelyn yhteys kuviosujuvuuden kanssa on vaikuttanut pienemmältä kuin kuviosujuvuuden yhteydet havainnon nopeuteen ja joustavaan työmuistiin (Ross, 2014; Tucha ym., 2012). Näissä tutkimuksissa tutkittavien tuli muodostaa palikoita käyttäen heille esitetyn tavoitekuvion mukaisia rakennelmia niin, että työvaiheita olisi mahdollisimman vähän. On mahdollista, että koska tehtävissä korostuu toiminnanohjauksen suunnittelukyvyyn vaatimus (Lezak ym., 2012), niiden yhteydet toiminnanohjauksen itsesäätelyä vaativaan kuviosujuvuustehtävään eivät ole yhtä vahvoja kuin nopeaa havaintokykyä ja työmuistin joustavuutta vaativien tehtävien.

Kuitenkin tässä tutkimuksessa näönvarainen päättelytehtävä vaati päättelykykyä ja näönvaraista hahmottamista toiminnanohjauksen ulkopuolelta (Lezak ym., 2012), joten sen havainnon nopeutta vahvempi yhteys kuviosujuvuuteen on huomion arvoinen.

Kuviosujuvuus näyttäisi kuitenkin vahvasti liittyvän toiminnanohjaukseen, kun huomioidaan joustavan työmuistin näönvaraista päättelyä vahvempi yhteys suoriutumiseen kuviosujuvuustehtävässä. Kuviosujuvuustehtävän asettamat vaatimukset näönvaraisille kyvyille eivät kuitenkaan tämän ja aikaisempien tutkimusten perusteella rajoitu vain toiminnanohjaukseen, vaan tehtävä vaatii myös näönvaraista päättelykykyä ja hahmottamista. Näin ollen myös muilla kuin toiminnanohjaukseen vahvasti liittyvien aivojen etuotsalohkojen vaurioista kärsivillä potilailla suoriutuminen kuviosujuvuustehtävässä voi olla heikentynyttä.

On myös hyvä huomioida, että toisin kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, tässä tutkimuksessa näönvaraista päättelyä arvioitiin ilman, että tutkittavan tarvitsi hyödyntää silmien ja käsien yhteistyötä. Tämä seikka voi vaikuttaa tehtävän samankaltaisuuteen kuviosujuvuustehtävän kanssa. Samankaltaisuus on voinut olla vähäisempi, koska kuviosujuvuustehtävä vaatii silmien ja käsien yhteistyötä ja tutkittava näkee tuottamansa kuviot paperilla. Kuitenkin tässä tutkimuksessa havaittiin verrattain vahva yhteys näönvaraisen päättelyn ja kuviosujuvuuden välillä, joten tehtävien eroavat ominaisuudet eivät todennäköisesti vaikuttaneet yhteyteen heikentävästi. Toisaalta samankaltaisuus voi korostua esimerkiksi silloin, jos tutkittava ei ole kuviosujuvuustehtävässä edetessään palannut arvioimaan edellisiä kuvioitaan, vaan on nojannut mahdollisesti muistiinsa tai strategiaansa.

Näönvarainen päättely oli tässä tutkimuksessa yhteydessä työmuistin joustavuuteen. Aikaisemmissa tutkimuksissa työmuistin joustavuuden on havaittu olevan yhteydessä parempaan strategiankäyttöön kuviosujuvuustehtävässä (Ross, 2014) ja vähäisempiin sääntörikkomuksiin (Tucha ym., 2012). Näissä tutkimuksissa ei kuitenkaan havaittu strategioiden käytön tai sääntörikkomusten yhteyttä näönvaraiseen päättelyyn, kun näönvaraisen päättelyn tehtävä vaati suunnittelukykyä. On mahdollista, että tässä tutkimuksessa näönvaraisen päättelyn yhteys kuviosujuvuuteen selittyy osittain tehtävien ominaisuuksilla. Päätelmää tukee se, ettei tässä tutkimuksessa havaittu kielellisen sujuvuuden olevan yhteydessä näönvaraiseen päättelykykyyn. Lisäksi sekä tässä tutkimuksessa että aikaisemmissa tutkimuksissa on käytetty sellaisia näönvaraisen päättelyn tehtäviä, joissa tutkittavilla ei ollut aikapainetta. Tässä tutkimuksessa näönvaraisen päättelytehtävän oikeiden vastausten jakauma oli vasemmalle vino, eli tutkittavat suoriutuivat tehtävästä ikäisiinsä verrattuna paremmin. Näin ollen tässä

tutkimuksessa tutkittavien hyvä suoriutuminen kuviosujuvuustehtävästä saattoi selittyä hyvillä näönvaraisen päättelyn kyvyillä.

Näönvaraisen päättelykyvyn yhteyden kuviosujuvuuteen on ehdotettu selittyvän sillä, että kuviosujuvuustehtävä vaatisi yleistä älykkyyttä (Ross, 2014). Toiminnanohjauksen käsitteeseen kohdistuvassa kritiikissä todetaankin usein, että toiminnanohjausta arvioivat tehtävät arvioivatkin paremmin muita kognitiivisia kykyjä kuin toiminnanohjausta, kuten prosessointinopeutta (Jewsbury & Bowden, 2017; Jewsbury ym., 2016), muistia (Jewsbury ym., 2016) tai päättely- ja havaintokykyä (Salthouse, 2005). Kun on tutkittu toiminnanohjauksen arviointiin käytettyjen aikapaineistettujen tehtävien yhteyksiä huomioiden tutkittavien erot prosessointinopeudessa (*engl.* processing speed), ei olla kyetty havaitsemaan sellaista toiminnanohjauksen käsitteen sisältämää kokonaisuutta, jota esimerkiksi Miyake ym. (2000) ovat ehdottaneet (Rey-Mermet, Gade, Souza, von Bastian, & Oberauer, 2019). Tässä tutkimuksessa tutkittavien suoritusaikaa näönvaraisen päättelyn tehtävässä ei kuitenkaan arvioitu, eli suoritusajan vaihtelun mahdollista yhteyttä kuviosujuvuuteen ei voitu tutkia.

Tässä tutkimuksessa oltiin myös kiinnostuneita siitä, minkälainen yhteys on motoriikan ja kuviosujuvuuden välillä. Vastoin oletuksia yhteyttä ei havaittu, eikä motoriikan huomioiminen näyttänyt heikentävän kuviosujuvuuden yhteyksiä muihin kykyihin. Jos tehtävä olisi ollut liian helppo, se voisi vähentää vaihtelua ja heikentää havaittuja yhteyksiä muiden kykyjen välillä. Näin ei kuitenkaan ollut, koska suoriutuminen motoriikan tehtävässä oli normaalisti jakautunutta. On mahdollista, että laajempi motoriikan arviointi useampaa menetelmää käyttäen paljastaisi motoriikan mahdolliset yhteydet kuviosujuvuustehtävään. Esimerkiksi motoriikan nopeutta ja motorista suunnittelukykyä mittaavat tehtävät olivat yhteydessä näönvaraisen sujuvuuden tehtävään Suchyn ym. (2010) tutkimuksessa. Aikaisemmassa tutkimuksessa yhteyttä motoriikan nopeuden ja kuviosujuvuuden välillä ei kuitenkaan havaittu (Kraybill & Suchy, 2008). On mahdollista, että erot niissä menetelmissä, joilla motoriikan nopeutta on mitattu selittävät myös tutkimuksissa havaittuja vaihtelevia motoriikan yhteyksiä kuviosujuvuuteen. Toisaalta myöhemmässäkin tutkimuksessa motoriikan nopeuden yhteys kuviosujuvuustehtävään on ollut melko vähäinen (Suchy ym., 2010). Sen sijaan motorisen suunnittelukyvyn yhteyden kuviosujuvuuteen on havaittu olevan melko vahva (Suchy ym., 2010). Motorinen suunnittelukyky on Suchyn ym. (2010) mukaan vahvasti yhteydessä toiminnanohjaukseen. Edellä mainituissa tutkimuksissa käytettyjen viiden pisteen kuviosujuvuustehtävää

vaativampien kuviosujuvuustehtävien onkin todettu mittaavan kuviosujuvuuden lisäksi laajempia toiminnanohjaukseen liittyviä kykyjä (Lezak ym., 2012). Näin ollen motorisen suunnittelukyvyn ja kuviosujuvuuden yhteyden selvittäminen voisi auttaa tarkentamaan kuviosujuvuuden roolia toiminnanohjauksen arvioinnissa.

4.3 Tutkimuksen rajoitteet ja suositukset jatkotutkimuksille

Tämän tutkimuksen tulosten tulkinnassa on syytä huomioida tutkimuksessa liittyviä rajoituksia. Tulokset perustuvat melko pieneen näytteeseen. Tutkittavia ei valittu satunnaisesti, eikä edustavuutta huomioitu, kun aineistoa kerättiin. Tuloksia ei voida siis kovin luotettavasti yleistää, eivätkä tutkimuskysymyksiin vastaavat yhteyksiä kuvaavat tilastolliset tunnusluvut olleet kovin voimakkaita. Toisaalta tutkittavien koulutustaustat vaihtelivat, mikä saattaa hieman parantaa tulosten yleistettävyyttä. Yhteyksien tilastollisia merkitsevyyksiä arvioitiin käyttämällä melko konservatiivista Bonferroni-korjausta, jotta tällä aineistolla havaituista yhteyksistä saataisiin mahdollisimman suuri varmuus. Laajemmalla satunnaisotannalla havaitut yhteydet olisivat luotettavampia. Lisäksi laajempi otos mahdollistaisi kognitiivisten tehtävien esittämisen osalle tutkittavista eri järjestyksessä, jolloin ryhmiä vertailemalla voitaisiin myös arvioida tehtävien esitysjärjestyksen mahdollinen vaikutus tehtäväsuoriutumiseen. Jos tutkimuksessa käytetään useita arviointimenetelmiä, niin väsymys voi vaikuttaa suoriutumiseen. Toisaalta esimerkiksi motoriikan tehtävän tekeminen saattoi pohjustaa kuviosujuvuustehtävän tekemistä.

Tutkimuksen aineisto koostui kahdesta osa-aineistosta, ja aineistot erosivat taustamuuttujien, tehtyjen tehtävien ja tehtäväsuoriutumisen suhteen. Johtuen tästä aineistojen sisäisestä vaihtelusta, vertailun alla olevat yhteydet perustuivat eri kokoisiin vapausasteisiin. Näin meneteltiin, jotta jokaista yhteyttä voitiin arvioida mahdollisimman monen havainnon perusteella. Yhteyksiä kuvaava korrelaatiomatriisi, jonka korrelaatiot perustuvat vaihteleviin havaintoihin voi kuitenkin olla epäjohdonmukainen (Howell, 2010). Lisäksi jos aineisto koostuu heterogeenisistä osa-aineistoista, voivat havaitut yhteydet olla vääristyneitä (Howell, 2010). Erityisen varovainen tulee olla, kun arvioidaan tämän tutkimuksen tehtävien välisten yhteyksien voimakkuuksien eroja. Kuitenkin aiemmista tutkimuksista poiketen tässä tutkimuksessa verrattiin valittuja yhteyksiä tilastollisin testein. Näissä vertailuissa ei kuitenkaan huomioitu monitestausongelmaa.

Tutkimuksen toinen osa-aineisto oli keski-ikältään nuorempi, korkeammin koulutettu ja suoriutui tehtävistä keskimäärin paremmin kuin toinen osa-aineisto. Yhtenäinen ja laajempi aineisto mahdollistaisi tarkempien tilastollisten monimuuttujamenetelmien käytön, jolloin kuviosujuvuustehtävän yhteyksistä muihin kognitiivisiin tehtäviin voitaisiin saada kattavampi kuva. Lisäksi kuviosujuvuustehtäviä tarkastelevissa tutkimuksissa huomioidaan usein myös tutkittavien strategioiden käyttö tehtävässä (ks. esim. Ross, 2014). Strategioiden käyttö on olennainen osa kuviosujuvuustehtävää, eikä sitä tässä tutkimuksessa tarkasteltu, osittain pienen aineiston takia. Kuviosujuvuustehtävän pisteytyksessä voidaan myös arvioida toistovirheiden määrää, vaikkakin toistovirheiden määrän on todettu olevan melko vaihteleva ja täten epäluotettava mittari kuviosujuvuuden heikkenemisestä tai parantumisesta (Fernandez ym., 2009).

Tutkimuksessa käytetyt kognitiiviset arviointimenetelmät mahdollistivat lyhyessä ajassa tutkimustarpeisiin vastaavan kognitiivisten kykyjen tarkastelun. Toiminnanohjausta ei ole aikaisemmissa tutkimuksissa yhdistetty kuviosujuvuuteen erottamalla työmuistin joustavuutta ja havainnon nopeutta mittaavien tehtävien suoriutumisaikaa toisistaan. Kuviosujuvuuden yhteyksiä muihin toiminnanohjausta mittaaviin menetelmiin on kuitenkin tutkittu (ks. esim. Tucha ym., 2012), ja näitä menetelmiä olisikin hyvä jatkossa sisällyttää vastaaviin tutkimuksiin. Tässä tutkimuksessa haluttiin arvioida myös motoriikkaa. Vastaavissa tutkimuksissa olisi tulevaisuudessa hyvä arvioida motoriikkaa laajemmin, jotta sen yhteydestä kuviosujuvuustehtävään saataisiin parempi kuva. Etenkin kykyä suunnitella motorisia toimintoja olisi hyvä tutkia yhdessä kuviosujuvuustehtävän kanssa.

4.4 Johtopäätökset

Suoriutuminen kuviosujuvuustehtävässä oli osittain oletusten mukaisesti yhteydessä suoriutumiseen muita kognitiivisia kykyjä vaativissa tehtävissä, ja tulokset vastasivat joitain aikaisempien tutkimusten tuloksia. Kuviosujuvuus oli yhteydessä foneemiseen sanasujuvuuteen, mutta ei semanttiseen sanasujuvuuteen. Kuviosujuvuus näytti olevan vahvasti yhteydessä näönvaraisiin kykyihin, mikä voi osin selittyä tehtävien vaatimien kognitiivisten kykyjen lisäksi tutkimuksen näytteen ja tehtävien ominaisuuksilla. Nämä tulokset tukevat niitä aikaisempien tutkimusten päätelmiä, että kuviosujuvuustehtävän avulla voidaan tutkia näönvaraisten toimintojen sujuvuutta osana laajempaa toiminnanohjauksen arviointia. Koska tehtävä on melko nopea esittää ja tulkita, se soveltuu toiminnanohjauksen arviointiin hyvin.

Lähteet

- Ala-Kauhaluoma, K., Särkämö, T., Koskinen, S. (2014). Miten toiminnanohjausta tulisi arvioida aivovamman jälkeen? Katsaus keskeisiin psykologisiin kyselymittareihin. *Kuntoutus*, 37, 20-35.
- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16, 17–42.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417–423.
- Baldo, J. V., Shimamura, A. P., Delis, D. C., Kramer, J., & Kaplan, E. (2001). Verbal and design fluency in patients with frontal lobe lesions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7, 586–596.
- Demakis, G. J. (2003). A meta-analytic review of the sensitivity of the Wisconsin Card Sorting Test to frontal and lateralized frontal brain damage. *Neuropsychology*, 17, 255–264.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Fernandez, A. L., Moroni, M. A., Carranza, J. M., Fabbro, N., & Lebowitz, B. K. (2009). Reliability of the five-point test. *Clinical Neuropsychologist*, 23, 501–509.
- Foster, P. S., Williamson, J. B., & Harrison, D. W. (2005). The Ruff Figural Fluency Test: Heightened right frontal lobe delta activity as a function of performance. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 427–434.
- Gardner, E., Vik, P., & Dasher, N. (2013). Strategy use on the Ruff Figural Fluency Test. *Clinical Neuropsychologist*, 27, 470–484.
- Goebel, S., Fischer, R., Ferstl, R., & Mehdorn, H. M. (2009). Normative data and psychometric properties for qualitative and quantitative scoring criteria of the Five-point Test. *The Clinical Neuropsychologist*, 23, 675–690.
- Howell, D. C. (2010). *Statistical Methods for Psychology* (7th ed.). Belmont: Wadsworth.
- Jewsbury, P. A., & Bowden, S. C. (2017). Construct validity of fluency and implications for the factorial structure of memory. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35, 460–

481.

- Jewsbury, P. A., Bowden, S. C., & Strauss, M. E. (2016). Integrating the switching, inhibition, and updating model of executive function with the Cattell—Horn—Carroll model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145, 220–245.
- Jones-Gotman M. & Milner, B. (1977). Design fluency: The invention of nonsense drawings after focal cortical lesions. *Neuropsychologia*, 15, 653-674.
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213–233.
- Khalil, M. S. (2010). Preliminary Arabic normative data of neuropsychological tests: the verbal and design fluency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32, 1028–1035.
- Kivisaari, S., Kuha, A., & Poutiainen, E. (toim.). (2009). Sanasujuvuustehtävien suomalainen viitearvoaineisto. Suomen neuropsykologinen yhdistys ry. Helsinki, 2009, verkkojulkaisu.
- Kraybill, M. L., & Suchy, Y. (2008). Evaluating the role of motor regulation in figural fluency: Partialing variance in the Ruff Figural Fluency Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30, 903–912.
- Lee, G. P., Strauss, E., Loring, D. W., McCloskey, L., Haworth, J. M., & Lehman, R. A. W. (1997). Sensitivity of figural fluency on the five-point test to focal neurological dysfunction. *The Clinical Neuropsychologist*, 11, 59–68.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment (5. painos)*. New York: Oxford University Press.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37, 1-10.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 8–14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D.

- (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Regard, M., Strauss, E., & Knapp, P. (1982). Children’s production on verbal and non-verbal fluency tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 55, 839–844.
- Rey-Mermet, A., Gade, M., Souza, A. S., von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2019). Is executive control related to working memory capacity and fluid intelligence? *Journal of Experimental Psychology: General*, 148, 1335–1372.
- Robinson, G., Shallice, T., Bozzali, M., & Cipolotti, L. (2012). The differing roles of the frontal cortex in fluency tests. *Brain*, 135, 2202–2214.
- Ross, T. P. (2014). The reliability and convergent and divergent validity of the Ruff Figural Fluency Test in healthy young adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29, 806–817.
- Ruff, R. M., Light, R. H., & Evans, R. W. (1987). The Ruff Figural Fluency Test: A normative study with adults. *Developmental Neuropsychology*, 3, 37–51.
- Ruff, R. M., Light, R. H., Parker, S. B., & Levin, H. S. (1997). The psychological construct of word fluency. *Brain and Language*, 57, 394–405.
- Salthouse, T. A. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*, 19, 532–545.
- Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 566–594.
- Sánchez-Cubillo, I., Periañez, J. A., Adrover-Roig, D., Rodríguez-Sánchez, J. M., Ríos-Lago, M., Tirapu, J., & Barceló, F. (2009). Construct validity of the Trail Making Test: Role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15, 438–450.
- Saunamäki, T., & Jehkonen, M. (2015). Neuropsykologinen tutkimus. Teoksessa M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola, & J. Vilki (Toim.), *Klininen neuropsykologia* (1. painos, s. 40–55). Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

- Stuss, D. T. (2011). Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 759–765.
- Suchy, Y. (2009). Executive functioning: Overview, assessment, and research issues for non-neuropsychologists. *Annals of Behavioral Medicine*, 37, 106–116.
- Suchy, Y., Kraybill, M. L., & Gidley Larson, J. C. (2010). Understanding design fluency: Motor and executive contributions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16, 26–37.
- Tabachnik, B. G., & Fidell, L. S. (2014). *Using multivariate statistics* (6. painos). Harlow: Pearson.
- Tucha, L., Aschenbrenner, S., Koerts, J., & Lange, K. W. (2012). The Five-Point Test: Reliability, validity and normative data for children and adults. *PLoS ONE*, 7, 1–11.
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE*, 12, 1–13.
- Wechsler, D. (2012). *WAIS-IV käsikirja*. Helsinki: Psykologien kustannus Oy.
- Whiteside, D. M., Kealey, T., Semla, M., Luu, H., Rice, L., Basso, M. R. & Roper, B. (2016) Verbal fluency: Language or executive function measure? *Applied Neuropsychology: Adult*, 23, 29-34.

Liitteet

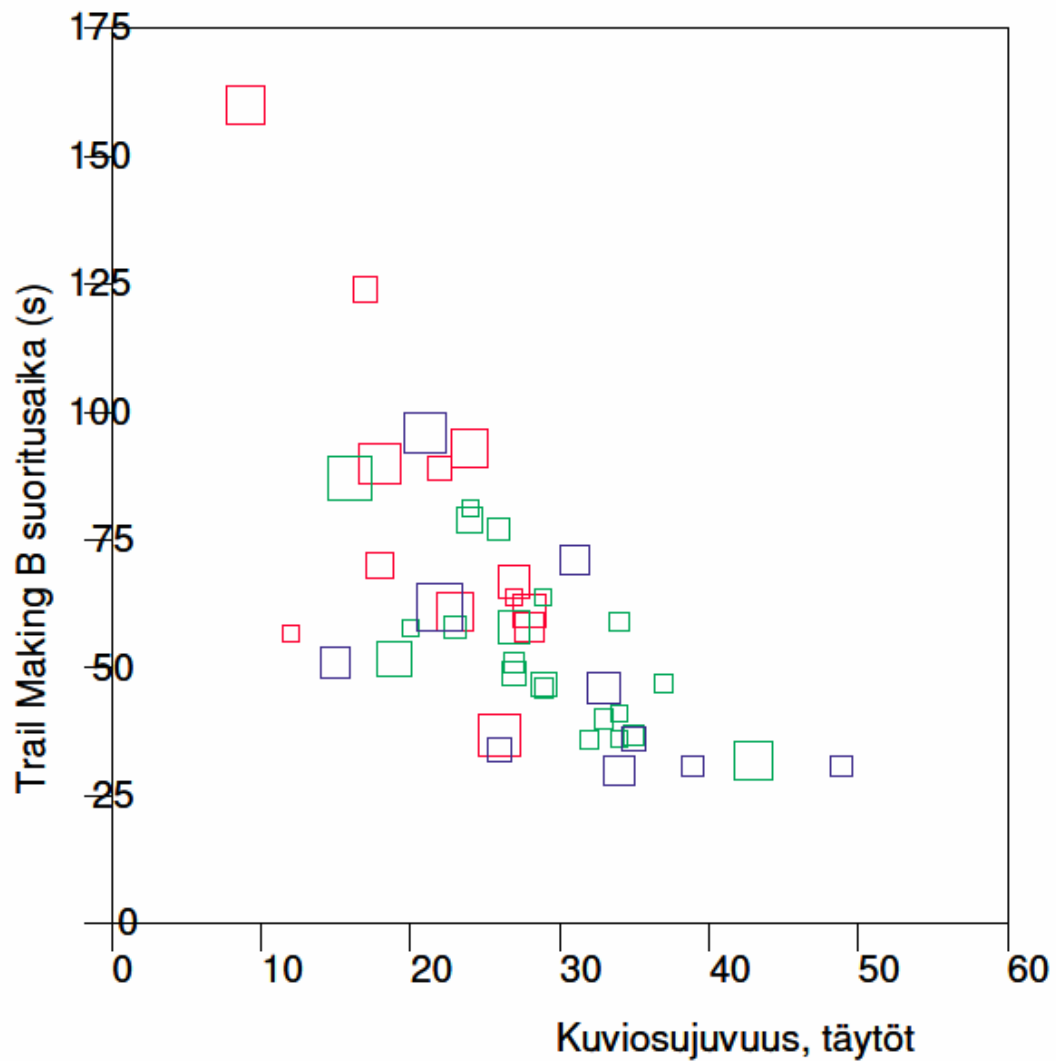
Liite 1. Tutkittavien taustatiedot aineistoittain

Taustatieto	Aineisto		
	Aineisto 1 (n = 24)	Aineisto 2 (n = 21)	Koko aineisto
Keski-ikä (kh)	27.83 (8.17)	36.62 (8.89)	31.93 (9.49)
län vaihteluväli	19-52	21-49	19-52
Sukupuoli, naisia (%)	14 (58.33)	8 (38.10)	22 (48.90)
Oikeakätisiä (%)	21 (87.50)	n/a*	
Koulutus (%)			
peruskoulu		9 (42.86)	9 (20.00)
ammattikoulu		4 (19.05)	4 (8.89)
lukio	16 (66.67)	6 (28.57)	22 (48.89)
korkeakoulu, alempi	7 (29.17)	1 (4.76)	8 (17.78)
korkeakoulu, ylempi	1 (4.17)	1 (4.76)	2 (4.44)
Tehtävä (%)			
Kuviosujuvuus	24 (100.00)	21 (100.00)	45 (100)
Motorinen kontrolli	24 (100.00)	0 (100.00)	24 (53.33)
Trail Making	24 (100.00)	20 (95.24)	44 (97.78)
S-sanat	24 (100.00)	5 (23.81)	29 (64.44)
Eläinsanat	24 (100.00)	3 (14.29)	27 (60.00)
Matriisipäättely	24 (100.00)	21 (100.00)	45 (100.00)

* kätisyyttä ei arvioitu aineistossa 2

Liite 2. Kuviosujuvuuden ja Trail Making B -osion hajontakuva

Kuviosujuvuus, Trail-Making B



Selite: Kuviosujuvuus on esitetty tutkittavien suorituminen kuviosujuvuustehtävässä (x-akseli) ja Trail Making -tehtävän B-osiossa (y-akseli). Koulutus muunnettiin selkeyden vuoksi kolmiportaiseksi ja havaintopisteet on värikoodattu tutkittavien koulutustason mukaan seuraavasti: punainen väri vastaa peruskoulutusta tai ammattikoulua, vihreä lukiota ja sininen korkeakoulutusta. Havaintopisteiden koko kuvastaa tutkittavien ikää: isommat neliöt vastaavat korkeampaa ikää.

Liite 3. Tutkimuksessa käytetty viiden pisteen kuviosujuvuustehtävä

4	→		9
10	→		15
16	→		21
22	→		27
28	→		33
34	→		39
40	→		45
46	→		51
52	→		57
58	→		63
64	→		69
70	→		75

Liite 4. Tutkimuksessa käytetty motorinen kontrollitehtävä

1	→					6
7	→					3
4	→					8
1	→					6
7	→					12
13	→					18
19	→					24
25	→					30
31	→					36
37	→					42
43	→					48
49	→					56